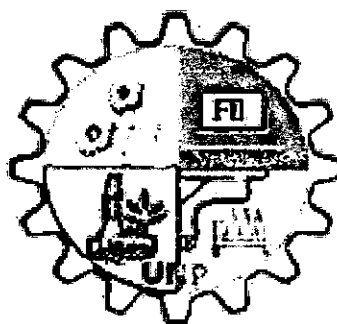


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**"DISEÑO DE UNA MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PARA EL
PLANCHADO DE SOMBREROS DE PAJA TOQUILLA"**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

**PRESENTADO POR:
ELMER QUEVEDO MOROCHO**

**PIURA - PERÚ
2015**

**TÍTULO: “DISEÑO DE UNA MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA
PARA EL PLANCHADO DE SOMBREROS DE PAJA TOQUILLA”**

TESIS

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO MECATRÓNICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
PIURA**

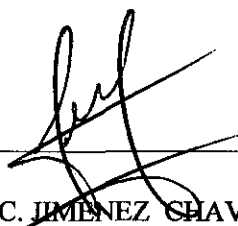
ASESOR



ING. JORGE MA SAN ZAPATA

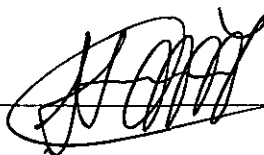
JURADO

PRESIDENTE



DR. JULIO C. JIMENEZ CHAVESTA

VOCAL



ING. JOSÉ JULIAN IPANAQUE, Msc.

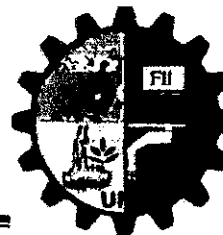
SECRETARIO



ING. MANNOLIO HUACCHILLO CALLE. Msc.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador de la Tesis denominada: «**DISEÑO DE UNA MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PARA EL PLANCHADO DE SOMBREROS DE PAJA DE TOQUILLA**», presentada por el señor **ELMER QUEVEDO MOROCHO**, Bachiller de la Escuela Profesional en **Ingeniería Mecatrónica**, asesorada por el **Ing Jorge Florentino Ma San Zapata, MSc.**; reunidos para la sustentación de ésta y luego de escuchar su exposición y las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran:



Con el Calificativo:

APROBADA

BUENO

En consecuencia el sustentante se encuentra **apto** para recibir el título profesional de **INGENIERO MECATRÓNICO**, conforme a Ley.

Piura, 06 de marzo del 2015

Dr. JULIO CÉSAR JIMÉNEZ CHAVESTA
PRESIDENTE – JURADO CALIFICADOR

Ing. JOSÉ JULIÁN IPANAQUE, MSc.
VOCAL – JURADO CALIFICADOR

Ing. MANNOLIO HUACCHILLO CALLE, MSc.
SECRETARIO – JURADO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Para mis queridos padres, Lucrecia e Indalecio, mi hermana Miria, Cristóvina que está en el cielo y para Cinthia Anabel que juntos me apoyaron incondicionalmente para la realización de la tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Jorge Ma San Zapata, mi asesor quien me apoyó en todo momento en la realización de esta tesis. También, a todos las personas que me dieron sus recomendaciones e ideas cuando se me presentaron dificultades en el desarrollo de la tesis.

ÍNDICE

RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3	IMPORTANCIA Y BENEFICIOS.....	3
1.4	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
	1.4.1 Objetivos generales.....	3
	1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5	HIPÓTISIS GENERAL.....	4
	1.5.1 Hipótesis específica.....	4
1.6	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.

2.1	SOMBREROS DE PAJA TOQUILLA.....	6
2.2	PROCESO DE ELABORACIÓN DE SOMBREROS DE PAJA TOQUILLA.....	6
	2.2.1 Paja toquilla.....	8
	2.2.2 Adquisición de paja toquilla.....	9
	2.2.3 Refinado de la paja.....	9
	2.2.4 Pintado.....	9
	2.2.5 Tejido.....	9
	2.2.6 Remate.....	10
	2.2.7 Maceteado.....	10
	2.2.8 Planchado.....	10
	2.2.9 Producto terminado.....	10
2.3	BASES TEÓRICAS CONCEPTUALES.....	11

2.3.1	Propiedades de los materiales.....	11
2.3.1.1	Resistencia a la tensión.....	12
2.3.1.2	Resistencia de fluencia.....	12
2.3.1.3	Limite elástico.....	13
2.3.1.4	Módulo de elasticidad en tensión.....	13
2.3.1.5	Ductilidad y porcentaje de elongación.....	13
2.3.1.6	Resistencia al corte.....	14
2.3.1.7	Módulo de elasticidad en cortante.....	14
2.3.1.8	Dureza.....	15
2.3.2	Pandeo de columnas.....	15
2.3.2.1	Carga crítica.....	15
2.3.2.2	Columna ideal con soportes articulados.....	16
2.3.2.3	Longitud efectiva.....	18
2.3.2.4	Tensión axial.....	19
2.3.3	Fluidos.....	20
2.3.3.1	Densidad.....	21
2.3.3.2	Flujo.	21
2.3.3.3	Función del fluido hidráulico.....	22
2.3.4	Presión.....	22
2.3.5	Recipientes sometidos a presión.....	23
2.3.5.1	Características de los recipientes sometidos a presión.....	23
2.3.5.2	Cálculo de cilindros sometidos a presión.....	24
2.3.5.3	Presión de diseño de recipientes sometidos a presión.....	25
2.3.5.4	Corrosión.....	25
2.3.5.5	Soldadura en cilindros sometidos a presión.....	25
2.3.6	Sistema hidráulico.....	29
2.3.6.1	Circuito hidráulico y sus componentes.....	30
2.3.6.2	Fluido de trabajo.....	30
2.3.6.3	Tanque de almacenamiento.....	31
2.3.6.4	Filtro de aceite.....	31
2.3.6.5	Conducciones hidráulicas.....	32

2.3.6.6	Bombas de aceite.....	33
2.3.6.7	Válvulas hidráulicas.....	38
2.3.6.8	Cilindro actuador.....	42
2.3.6.9	Cálculo de tuberías.....	45
2.3.7	Sensores y transductores.....	46
2.3.7.1	Estructura y principio de funcionamiento.....	46
2.3.7.2	Características del sensor.....	47
2.3.7.3	Tipos de sensores.....	48
2.3.7.4	Sensores de temperatura.....	49
2.3.8	Controlador lógico programable (PLC).....	50
2.3.8.1	Características del PLC.....	51
2.3.8.2	Programación de un PLC.....	52
2.3.9	Sistemas de control.....	52
2.3.9.1	Definiciones básicas.....	52
2.3.9.2	Clasificación de los sistemas de control.....	54
2.3.10	Transferencia de calor.....	57
2.3.10.1	Transferencia de calor por convención.....	57
2.3.10.2	Pérdidas de calor.....	58
2.3.11	Resistencia de calentamiento.....	59
2.3.11.1.1	Cálculo de resistencias metálicas.....	60

CAPÍTULO III

DISEÑO MECÁNICO E HIDRÁULICO DE LA MÁQUINA.

3.1	DISEÑO MECÁNICO.....	63
3.1.1	Parámetros de diseño.....	63
3.1.2	Requerimiento que debe de cumplir la máquina.	65
3.1.3	Determinación de cargas.....	68
3.1.4	Diseño de los elementos mecánicos.....	62
3.1.4.1	Diseño de los ejes soporte de la máquina.....	69
3.1.4.2	Diseño del cilindro hidráulico principal.....	73
3.1.4.3	Diseño del sistema secundario.....	78
3.1.4.4	Diseño del cilindro hidráulico secundario.....	79

	3.1.4.5 Diseño del cono superior de la máquina.....	85
	3.1.4.6 Cálculo de los pernos del cono superior.....	87
3.2	DISEÑO DEL SISTEMA HIDRÁULICO.....	90
	3.2.1 Cálculo del caudal de la bomba.....	90
	3.2.1.1 Potencia de la bomba.....	91
	3.2.2 Cálculo de tuberías del circuito hidráulico.....	92
	3.2.3 Diseño del reservorio.....	95
	3.2.4 Selección de elementos de control hidráulico y medida.....	96
	3.2.4.1 Electroválvula 4/3 vías.....	96
	3.2.4.2 Manómetros.....	97
	3.2.4.3 Selección de bomba.....	97
	3.2.4.4 Acoplamiento entre motor y bomba.....	98
	3.2.4.5 Filtro de succión.....	99
	3.2.5 Simulación del circuito hidráulico.....	99
	3.2.5.1 Modelado y simulación del circuito hidráulico.....	100

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y DE CONTROL.

4.1	DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.....	107
	4.1.1 Diseño del circuito de potencia.....	107
	4.1.2 Diseño del motor eléctrico.....	107
	4.1.3 Dimensionamiento de protecciones eléctricas.....	109
	4.1.4 Dimensionamiento de los conductores.....	113
4.2	DISEÑO DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA.....	114
	4.2.1 Potencia requerida para calentar el molde.....	115
	4.2.2 Dimensionamiento de la resistencia.....	119
	4.2.2.1 Longitud del alambre.....	119
	4.2.3 Fusible de protección de la resistencia.....	121
4.3	DISEÑO ELECTRÓNICO.....	121
	4.3.1 Análisis y selección del automatismo.....	122
	4.3.1.1 Microcontrolador.....	122

4.3.1.2	Controlador lógico programable (PLC).....	122
4.3.2	Selección de los transductores.....	124
4.3.2.1	Sensor de presión.....	124
4.3.2.2	Sensor de temperatura.....	125
4.3.2.3	Selección y protección de elementos de seguridad.....	126
4.3.3	Selección del PLC.....	126
4.3.3.1	Características del controlador lógico programable TWIDO.....	128
4.3.3.2	Descripción del hardware.....	129
4.3.3.3	Módulo de ampliación analógico.....	131
4.3.4	Selección de la Interface Hombre Máquina HMI.....	131
4.3.4.1	Comunicaciones.....	132
4.3.4.2	Software de programación.....	132
4.3.4.3	Descripción.....	132
4.3.5	Dimensionamiento de la fuente externa.....	134
4.4	DISEÑO DE LA CAJA DE CONTROL.....	136
4.5	DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE PLANCHADO DE SOMBREROS.....	140
4.5.1	Twido Suite.....	140
4.5.2	Diagramas de flujo del programa.....	142
4.5.3	Programa de aplicación del PLC en Twido Suite.....	146
4.5.4	Configuración del HMI.....	148
4.5.4.1	Diseño gráfico de la aplicación.....	148
4.5.4.2	Desarrollo de la interfaz gráfica para el control.....	149
4.5.4.3	Estructura de las ventanas.....	150

CAPÍTULO V

COSTOS DEL PROYECTO.

5.1	PRESUPUESTO DEL COSTO DIRECTO.....	154
5.1.1	Costo de materiales y elementos de la máquina.....	154
5.1.2	Costo de la mano de obra directa.....	155

5.1.3	Costo de maquinaria y herramientas.....	156
5.2	Costo de gastos indirectos	157
5.3	Costo total de gastos del proyecto.....	158
	CONCLUSIONES.....	159
	RECOMENDACIONES.....	161
	BIBLIOGRAFÍA.....	162

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1	Eficiencia máxima permisible de juntas soldadas.....	27
Tabla 2.2	Fórmulas de diseño de recipientes para presión interna.....	28
Tabla 2.3	Factor de seguridad en mangueras flexibles.....	33
Tabla 2.4	Resistividad eléctrica y coeficiente de resistividad para Diferentes temperaturas de las aleaciones Ni – Cr.....	60
Tabla 2.5	Relación de $\frac{A_c}{R_{20}}$ para diferentes calibres de alambre Ni –Cr.....	62
Tabla 3.1	Características principales de la electroválvula.....	97
Tabla 3.2	Características de la bomba seleccionada.....	98
Tabla 4.1	Características el motor.....	108
Tabla 4.2	Potencia de los elementos de control.....	110
Tabla 4.3	Relación del diámetro medio de la espira (D) sobre el diámetro Del alambre (d).....	120
Tabla 4.4	Propiedades cualitativas del PLC y Microcontrolador.....	123
Tabla 4.5	Especificaciones técnicas del sensor de presión.....	124
Tabla 4.6	Requerimientos de entradas y salidas del PLC.....	127
Tabla 4.7	Componentes del TWIDO compacto TWDLCAA24DRRF...129	
Tabla 4.8	Características principales del PLC TWDLCAA24DRF.....	130
Tabla 4.9	Características técnicas de la HMI.....	133
Tabla 4.10	Consumo de corriente del sistema de control.....	134
Tabla 4.11	Alimentación de los elementos por las dos fuentes.....	135
Tabla 4.12	Datos técnicos de la fuente externa.	135
Tabla 5.1	Presupuesto del costo directo.....	155
Tabla 5.2	Tiempo estimado en la implementación de la máquina.....	155

Tabla 5.3	Costo de la mano de obra.....	156
Tabla 5.4	Costo de máquinas y herramientas.....	157
Tabla 5.5	Presupuesto del costo indirecto.....	158
Tabla 5.6	Resumen del costo total.....	158

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 2.1	Diagrama de operaciones del proceso.....	7
Figura 2.2	Cosecha de paja toquilla.....	8
Figura 2.3	Sombrero Panama Hat: partes principales.....	11
Figura 2.4	Diagrama esfuerzo – deformación para el acero.....	12
Figura 2.5	Carga axial sobre una columna.....	16
Figura 2.6	Valores para el coeficiente de corrección de longitud K en Columnas para diferentes articulaciones.....	18
Figura 2.7	Barra sometida a carga axial.....	20
Figura 2.8	Representación de los tipos de soldadura.....	26
Figura 2.9	Filtro Hidráulico.....	31
Figura 2.10	Bombas industriales de engranajes.....	34
Figura 2.11	Diagrama interno de una bomba de engranajes.....	35
Figura 2.12	Bombas de paletas.....	36
Figura 2.13	Válvula de control de carrete.....	39
Figura 2.14	Simbología de válvulas.....	39
Figura 2.15	Representación de una válvula direccional.....	40
Figura 2.16	Electroválvula 4/2 vías.....	41
Figura 2.17	Electroválvula 4/3 con doble solenoide.....	42
Figura 2.18	Partes de un cilindro hidráulico.	43
Figura 2.19	Esquema de una termocupla tipo “J”.....	49
Figura 2.20	PLC Directa Lógica 05.....	51
Figura 2.21	Esquema de los elementos de un sistema de control.....	53
Figura 2.22	Sistema de control lazo cerrado.....	55
Figura 2.23	Elementos de un sistema de control lazo cerrado.....	56
Figura 2.24	Transferencia de calor en una pared de tres capas.....	58

Figura 3.1	Modelo mecánico de la máquina.....	66
Figura 3.2	Ubicación del eje soporte, respecto al centro de la máquina.....	71
Figura 3.3	Cilindro hidráulico principal.....	78
Figura 3.4	Sistema secundario de la máquina.....	80
Figura 3.5	Cilindro hidráulico secundario.....	84
Figura 3.6	Vista de perfil del cono superior de la máquina.....	85
Figura 3.7	Cono superior de la máquina.....	90
Figura 3.8	Diseño del reservorio en 3D.....	95
Figura 3.9	Electroválvula direccional 4/3.....	96
Figura 3.10	Acople flexible.....	98
Figura 3.11	Filtro hidráulico de aspiración.....	99
Figura 3.12	Esquema del circuito hidráulico.....	100
Figura 3.13	Esquema de recirculación del fluido por el tanque.....	101
Figura 3.14	Esquema del avance del cilindro hidráulico principal.....	102
Figura 3.15	Esquema de la posición inicial de la electroválvula.....	103
Figura 3.16	Esquema del circuito de control hidráulico en modo manual...	103
Figura 3.17	Esquema del circuito de control hidráulico en modo automático.....	105
Figura 3.18	Diagrama de funcionamiento y conexión del circuito hidráulico.....	106
Figura 4.1	Diámetro medio del cono.....	116
Figura 4.2	Sensor de presión modelo PT124B-210.....	125
Figura 4.3	Termocupla tipo J con protección metálica.....	125
Figura 4.4	Elementos de seguridad.....	126
Figura 4.5	PLC TWIDO TWDLCAA24DRF de Schneider Electric.....	128
Figura 4.6	Descripción del hardware TWIDO compacto.....	129
Figura 4.7	Módulo analógico TWDAMI2HT.....	131
Figura 4.8	Principales partes de la Magelis XBT GT1100.....	133
Figura 4.9	Componentes de la caja de control.....	136
Figura 4.10	Diagrama de conexión del PLC.....	137
Figura 4.11	Conexión de los transmisores al módulo analógico.....	139

Figura 4.12	Disposición de los elementos en el armario electrónico.....	139
Figura 4.13	Espacio de trabajo del Twido Suite.....	141
Figura 4.14	Diagrama de flujo general.....	143
Figura 4.15	Diagrama de flujo para el modo manual.....	144
Figura 4.16	Diagrama de flujo para el modo automático.....	145
Figura 4.17	Partes de la pantalla principal de Vijeo Designer.....	149
Figura 4.18	Ventana de bienvenida del HMI.....	150
Figura 4.19	Ventana en modo manual del HMI.....	151
Figura 4.20	Ventana en modo automático del HMI.....	152
Figura 2.21	Ventana de registro de la HMI.....	152
Figura 4.22	Ventana de emergencia.....	153

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo n° 01:	Presupuesto de materiales y equipos.
Anexo n° 02:	Programa del PLC.
Anexo n° 03:	Planos mecánicos de la máquina.
Anexo n°04:	Dimensiones de rosca UNC y UNF.
Anexo n° 05:	Tuberías de acero al carbono.
Anexo n°06:	Propiedades físicas de los aceros según ASTM.
Anexo n°07:	Barras de acero al carbono.
Anexo n°08:	Características físicas del acero ASTM A283.
Anexo n° 09:	Tubo de acero inoxidable sin soldadura.
Anexo n° 10:	Esfuerzos máximos permisibles de diseño a la tensión.
Anexo n° 11:	Dimensiones de las mangueras hidráulicas.
Anexo n°12:	Selección de conductores eléctricos.
Anexo n°13:	Características de la electroválvula.
Anexo n° 14:	Motor monofásico 1LF3.
Anexo n°15:	Características del PLC.
Anexo n°16:	Características de la HMI.
Anexo n° 17:	Pruebas de planchado.

RESUMEN

“Diseño de una máquina hidráulica automática para el planchado de sombreros de paja toquilla”

Este documento presenta el diseño de una máquina hidráulica automática, para el planchado de sombreros de paja toquilla y lograr mejorar el proceso final de la confección del sombrero, reduciendo tiempos, esfuerzos y obtener una mejor suavidad y uniformidad en los mismos. El propósito de esta investigación es dar un aporte tecnológico al desarrollo de la micro y mediana empresa de la región, especialmente a los artesanos y productores de sombreros de paja toquilla porque se realizará la operación de planchado de forma automática y controlada, aumentando la productividad, lo cual traerá consigo un mayor reconocimiento y una mejor calidad de vida de los artesanos. El diseño de esta máquina comprende tres partes fundamentales: parte mecánica, parte hidráulica y parte electrónica que integradas conforman la máquina, a cada parte se le hizo la selección y cálculo de sus respectivos componentes, así mismo se utilizó software especializados como: Solidworks 2013, AutoCad 2012 para el y modelado mecánico, FluidSIM Hidráulica para el simulación del sistema hidráulico, Twido Suite y Vijeo Designer para realizar la programación y simulación del controlador lógico programable (PLC) y la interface hombre máquina (HMI) respectivamente.

Se realizó el estudio de los costos que se requiere para implementar la máquina hidráulica automática planchadora de sombreros de paja toquilla, obteniéndose un costo de S/. 36,974.83nuevos soles.

ABSTRACT

“Design of an automatic hydraulic machine for ironing straw hats”

This paper presents the design of an automatic hydraulic machine, for ironing straw hats and achieve better final process of making hat, reducing time, effort and obtain a better softness and uniformity thereof. The purpose of this research is to provide a technological contribution to the development of micro and medium enterprises in the region, especially the artisans and producers straw hats, especially the artisans and producers straw hats because y the operation of ironing is performed automatically and controlled, increasing the productivity, which will bring greater recognition and a better quality of life for the artisans. The design of this machine comprises three main parts: mechanics, hydraulics and electronics that built up the machine, each party was asked the selection and calculation of their respective components, also specialized software was used as: Solidworks 2013, AutoCad 2012 for mechanical modeling, FluidSIM Hydraulics for the simulation of hydraulic system, Twido Suite and Vijeo Designer for programming and simulation of programmable logic controller (PLC) and human machine interface (HMI) respectively.

The study of the costs required was conducted to implement automatic hydraulic machine ironer straw hats, yielding a cost of S/. 36,974.83 nuevos soles.

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo de tesis es sobre el diseño de una máquina hidráulica automática para el planchado de sombreros de paja toquilla, orientado al campo de la automatización y al diseño de elementos de máquinas. El proceso de planchado incluye el moldeado del sombrero, este proceso consiste en colocar el sombrero ya tejido sobre una horma de madera, posteriormente él artesano lo va golpeando con una piedra o madera para darle la forma y talla final, también emplea una plancha eléctrica que con el calor que produce y la fuerza del artesano ayuda a darle suavidad y uniformidad; este proceso tarda aproximadamente 30 minutos.

El planchado hoy en día en nuestra zona norte del país se realiza a mano, por tal motivo la calidad de cada uno de los sombreros no es uniforme, además de tediosa y de requerir una mano de obra especializada que implica un mayor tiempo de operación y consecuentemente a mayores costos; por estos motivos se presenta la máquina hidráulica automática para el planchado de sombreros de paja toquilla.

La máquina hidráulica automática para el planchado de sombreros ofrecerá una amplia ayuda en una de las etapas más importantes de la producción de sombreros, sobre todo cuando se tiende a una producción amplia y estandarizada para abastecer un mercado externo y selecto.

La optimización del tiempo, esfuerzo humano y sobre todo la calidad de los sombreros son los principales aleados de esta investigación, las cuales se pretende mejorar con la implementación de una máquina automática que no dependa del operador para realizar la secuencia del proceso de planchado, garantizando la fiabilidad tanto en el funcionamiento, mantenimiento de la máquina y sobre todo seguridad del operador.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN.

En este capítulo se pretende responder al porqué es necesario realizar una investigación sobre el diseño de una máquina hidráulica automática para el planchado de sombreros de paja toquilla, detallando los objetivos e hipótesis que serán la guía de la investigación.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

La manufactura de sombreros en la parte norte del Perú especialmente en el distrito de Catacaos se práctica por un gran número de familias que de forma individual o asociadas elaboran y comercializan la venta de sombreros y otros productos afines. Sus métodos de producción e instrumentos de fabricación son netamente tradicionales, empleando la destreza de sus manos y conocimientos adquiridos de generación en generación. Se debe mencionar que las personas que realizan esta actividad son mayormente mujeres que residen en los caseríos aledaños a Catacaos, como es Nariwualac y Pedregal.

Actualmente existen aproximadamente cinco asociaciones importantes dedicadas a la elaboración de sombreros y que mantienen la tradición del tejido de los mismos, pero que no cuentan con el apoyo necesario para mejorar la calidad y estandarización de sus productos.

Una de las operaciones finales en la elaboración del sombrero es el proceso de planchado y moldeado, este proceso se realiza de la siguiente manera: una vez el sombrero tejido se somete a un planchado manual, que normalmente lo realiza un hombre, para darle la forma y talla final lo va golpeando con una piedra o madera sobre una horma, también se

emplea una plancha eléctrica que con el calor que produce y la fuerza del artesano ayuda a dar la suavidad y uniformidad; este proceso tarda aproximadamente de 30 minutos. Como no existen hormas estándares, debido a que estas varían de planchador en planchador, la calidad de presentación de los sombreros no es buena si se desea comercializar al exterior.

Para dar solución a la problemática detectada es necesario contar con una máquina que les permita optimizar sus tiempos de moldeado y planchado uniforme, mejorando a la vez la calidad de sus sombreros.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

Para optimizar la calidad de los sombreros que ofrecen los artesanos de Nariwualac y Pedregal Chico, es necesario que el proceso de acabado se realice con mayor eficiencia cumpliendo con los estándares de uniformidad. El diseño de una máquina hidráulica con control automático ayudará a mejorar el acabado final del sombrero, y es un avance tecnológico para el desarrollo de la región. Esta máquina permitirá disminuir el tiempo de planchado y moldeado, evitando esfuerzos y fatigas de los artesanos, a la vez mejorarán de forma significativa la calidad y efectividad en la elaboración de sombreros de paja toquilla, logrando la atención y reconocimiento de los artesanos y sus productos a nivel nacional e internacional, obteniendo beneficios sociales y económicos.

Además ayudará al desarrollo de nuestra región al contar cada vez con nuevas máquinas que facilitan el trabajo e incrementan la productividad a las pequeñas y medianas empresas.

1.3 IMPORTANCIA Y BENEFICIOS.

Desde el punto de vista social se obtendrá una mejor calidad de vida de los artesanos y pobladores de la localidad, porque estos serán reconocidos a nivel nacional e internacional por ofrecer sombreros de una excelente calidad, la cual atraerá la atención de turistas de diferentes lugares incrementando el comercio y el intercambio cultural.

Desde el punto de vista económico, los artesanos y productores de sombreros incrementaran sus ingresos económicos, porque se tendrá una mayor demanda al producir sombreros con un buen acabado que incrementará su valor comercial. Además al contar con modelos estandarizados facilitará la comercialización al exterior, donde los precios de venta son mucho mayores que los del mercado local.

Desde el punto de vista tecnológico, con el diseño y la automatización de una máquina hidráulica planchadora de sombreros se optimizará el proceso de prensado y planchado, de esta forma se incrementará la efectividad y eficiencia en la producción de sombreros de paja toquilla que va con la vanguardia del avance tecnológico, disminuyendo el tiempo de planchado y el desgaste físico de las artesanas. Además ayudará al desarrollo de nuestra región al contar cada vez con nuevas máquinas que facilitan el trabajo e incrementan la productividad en las pequeñas y medianas empresas.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 Objetivo general.

Diseñar una máquina hidráulica automática para el proceso de planchado y moldeado de sombreros de paja toquilla.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Diseñar y analizar la parte mecánica y estructural de la máquina de manera que soporte las cargas y esfuerzos a las que estará sometida, en función de las necesidades del proceso de planchado.
- Diseñar el sistema hidráulico y eléctrico de la máquina utilizando herramientas y software especializados que permitan la aplicación de pruebas, para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema.
- Diseñar el sistema de control automático para lograr controlar, monitorear y cambiar las variables de presión y temperatura para el proceso de acabado de los sombreros de paja toquilla, utilizando el software VIJEO DESIGNER para simular el control de la máquina.
- Realizar el análisis de costos que demandaría la construcción de la máquina.

1.7 HIPÓTISIS GENERAL.

El realizar el diseño de una máquina hidráulica automática para el planchado de sombreros de paja toquilla permitirá controlar la presión de planchado y reducir el tiempo de acabado en los sombreros de paja toquilla, evitando esfuerzos y fatigas en los artesanos.

1.7.1 Hipótesis específicas.

- El diseño de la parte mecánica y estructural, permite el desplazamiento de los mecanismo de planchado y moldeado, garantizando la resistencia de las cargas y esfuerzos que estaría sometida.

- El diseño del sistema hidráulico y eléctrico de la máquina utilizando herramientas y software especializados, permite realizar simulaciones de pruebas que garantizan el funcionamiento adecuado del sistema.
- El diseño del sistema de control automático permite lograr una respuesta adecuada a los requerimientos del proceso de acabado de los sombreros de paja toquilla.

1.8 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Esta investigación está orientada a un tipo predictivo. Porque se utilizará las fórmulas de la física clásica y resistencia de materiales, y simulación de los sistemas que conforman la máquina, analizando los valores de las variables para predecir el comportamiento de la máquina. Para la simulación se diseñará un programa del PLC que nos permita ingresar y monitorear la presión, temperatura y tiempos de planchado de los sombreros, además este programa permitirá controlar el sistema electrónico de la máquina.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detallan las bases conceptuales y fundamentos teóricos sobre los que se desarrolla este proyecto, se detalla el proceso de elaboración de sombreros de paja toquilla, conceptos de diseño de elementos de máquina, sistemas hidráulicos, transferencia de calor y sistemas de control.

2.1 SOMBREROS DE PAJA TOQUILLA.

Los sombreros de Catacaos son parte de la tradición artesanal de la región de Piura, además se confeccionan artículos de cestería, portavasos, alfombras, pantallas, y los muy conocidos sombreros de paja toquilla, que incluso se venden en otros países¹

Según una crónica de Leguía y Martínez (1914), nada se sabe positivamente acerca del origen de la industria de sombreros cataqueños, se dice que fue un sacerdote quien enseñó a los indios en la época de la colonización.

La gran variedad de artesanía peruana se debe entonces a estilos y raíces propias de la comunidad de Catacaos y a la gran inventiva y habilidad que desde siempre ha cultivado el artesano peruano.

2.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE SOMBREROS DE PAJA TOQUILLA.

En el siguiente esquema se muestra la secuencia de las operaciones para la producción de sombreros de paja toquilla, desde la adquisición de la paja hasta el producto final.

¹ Nocturnar (s.f) Sombreros de Paja Toquilla, recuperado de <http://www.nocturnar.com/forum/estudios/435758-sombreros-de-paja-toquilla.html>

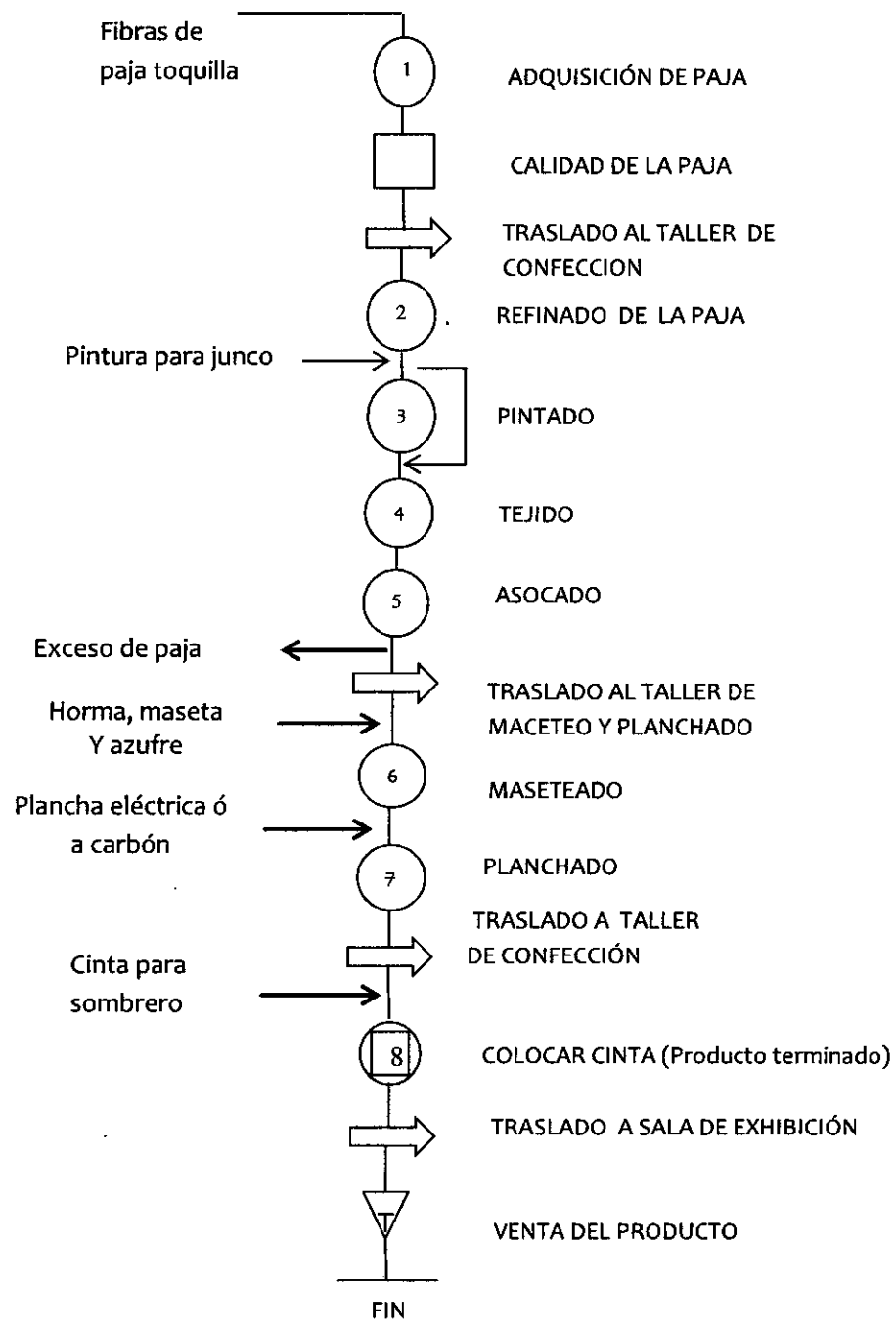


Figura 2.1. Diagrama de operaciones del proceso.

2.2.1 PAJA TOQUILLA²

La paja toquilla cuyo nombre científico es *Carlaludovica palmata*, es una especie de palmera sin tronco cuyas hojas en forma de abanico salen desde el suelo sostenidas por largos pecíolos cilíndricos. Esta planta necesita ser cultivada en suelos húmedos porque son propicios para el buen desarrollo de la misma; cada planta tiene hojas anchas que alcanzan de dos a tres metros de largo. Tiene aproximadamente de cuatro a cinco meses desde que es sembrada hasta que esté lista para ser recolectada.

La parte exterior de las hojas o cogollos es de color verde, siendo el centro de las mismas de color marfil o blanco perla; esta es la parte de la que se obtiene la paja para la elaboración de las artesanías. Es cultivada en algunas provincias de la costa Peruana y Ecuatoriana.



Figura 2.2. Cosecha de la paja toquilla. (Fuente: Noctunar, sombrero de paja toquilla).

² B. Salas (2008), *Paja Toquilla – Panama Hat*, recuperado de <http://luigisalas.com/2008/11/17/paja-toquilla-panama-hats-sombreros-finos-manabitas/>

2.2.2 Adquisición de la paja toquilla.

Las artesanas precisan que se inicia consiguiendo la paja toquilla en fibras delgadas, la cual la traen hacia Catacaos desde la provincia de Rioja, en la región San Martín, aunque hace poco también han adquirido paja toquilla de buena calidad en el distrito de San Miguel del Faique, en la provincia de Huancabamba.

2.2.3 Refinado de la paja.

Consiste en dividir la paja adquirida en fibras cada vez más delgadas hasta obtener el grado o grosor deseado, y clasificarlas por su grosor y tamaño, del grosor de la fibra depende la textura del sombrero y su valor comercial.

2.2.4 Pintado.

Este proceso es aplicado solo si se requiere un color diferente al natural de la paja toquilla utilizando tintes seleccionados (pintura para junco) que traen de la ciudad de Lima y tiñen la paja de acuerdo al color que se desea.

2.2.5 Tejido.

Se empieza por tejer con 16 pajas para formar la plantilla, la persona va tejiendo cruzando los hilos siguiendo una técnica que manejan a la perfección. Una vez formada la plantilla se lo coloca en un molde, donde se va tejiendo la copa y la falda. La materia prima para tejer sombreros es la misma pero si se la divide y trabaja con la paja un poco más fina el grado mejora, un sombrero común puede tomar un día completo de labor en tejerse mientras que un sombrero fino toma de dos a tres meses. Los sombreros cuando están terminados de tejer, tienen que pasar por varias etapas hasta quedar listo para su uso; primera etapa es asocado luego blanqueado, y prensado.

2.2.6 Remate.

El remate, consiste en apretar el tejido final del sombrero para que no se abra y poder cortar el exceso o pajas finales para que pueda pasar a las siguientes etapas.

2.2.7 Maceteado.

Es la operación previa al planchado, los sombreros son colocados sobre un tronco o base de madera con azufre, pueden poner varios sombreros uno encima del otro, luego con un mazo de madera se golpean sobre su textura externa, con esta operación se mejoran la fibra, se suaviza y queda una superficie mas uniforme.

2.2.8 Planchado.

Esta operación se realiza con planchas que utilizan carbón caliente (son artefactos usados desde hace muchos años y se siguen usando, tienen el peso adecuado para que la fibra se planche mejor). Los artesanos han probado con planchas eléctricas pero prefieren las antiguas por tener mejores resultados. Se coloca el sombrero sobre un molde y van pasando la plancha caliente, eliminando de esta forma las arugas que presente.

2.2.9 Producto terminado.

El sombrero está totalmente listo cuando está hormado, con cinta, marca, etiqueta que explica que es producto hecho a mano en Catacaos y la asociación que lo manufacturó. En la Figura 2.2 se muestra un sombrero terminado con sus partes principales.

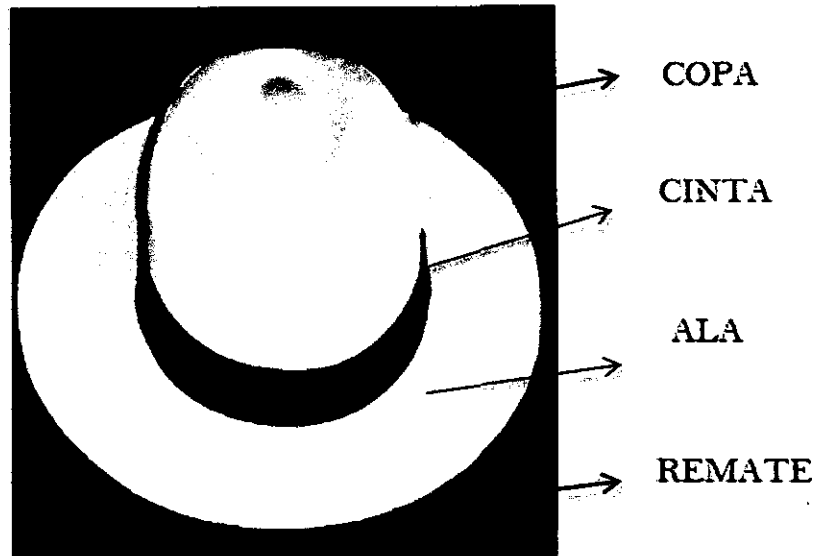


Figura 2.3.Sombrero Panama Hat: partes principales.

2.3 BASES TEÓRICOS CONCEPTUALES.

2.3.1 Propiedades de los materiales.

Los elementos de máquina se fabrican, a menudo con metales o aleaciones metálicas como el acero, aluminio, hierro colado, zinc, titanio o bronce.

Por lo regular, las propiedades de resistencia, elasticidad y ductilidad de los metales, plásticos y otros materiales se suelen determinar con una prueba de tensión. Durante la prueba, se monitorea y se registra la magnitud de la fuerza ejercida sobre la barra y el cambio correspondiente de longitud. Como el esfuerzo en la barra es igual a la fuerza aplicada dividida entre el área, ese esfuerzo es proporcional a la fuerza aplicada, en la figura 2.3 se muestran los datos de esas pruebas de tensión en los diagramas esfuerzo – deformación unitaria.

2.3.1.1 Resistencia a la tensión (s_u).

Se considera con el punto máximo de la curva esfuerzo - deformación unitaria es la tensión última a la tensión (s_u), a veces se le llama resistencia última. En este punto de prueba se mide el máximo esfuerzo aparente en una barra del material. Como se muestra en la figura 2.3, la curva parece descender después del punto máximo. Sin embargo, se observa que la instrumentación utilizada para trazar los diagramas en realidad, obtiene la gráfica de carga contra flexión en lugar del esfuerzo real contra deformación unitaria.

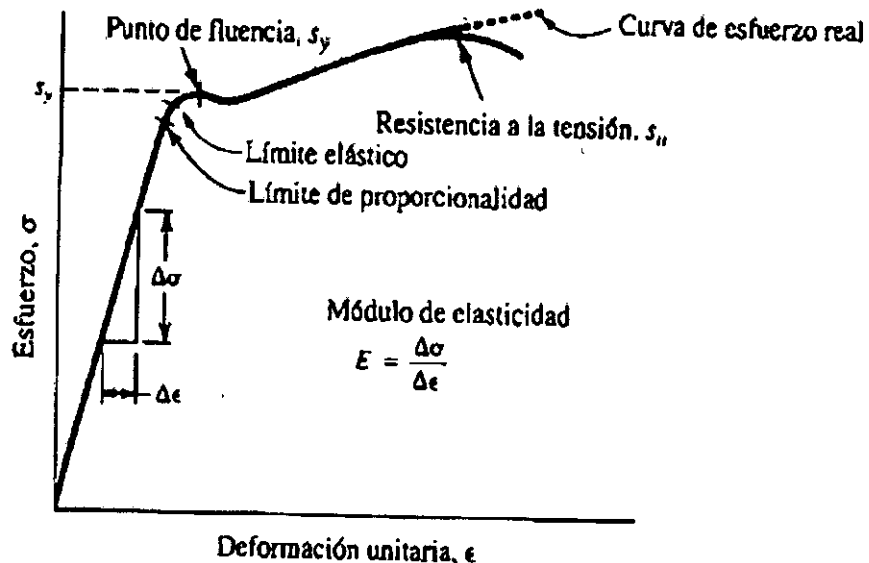


Figura 2.4. Diagrama esfuerzo - deformación unitaria para el acero. (Fuente: R. C. Hibbeler (2006)).

2.3.1.2 Resistencia de fluencia (s_y).

La parte del diagrama esfuerzo - deformación unitaria, figura 2.4 donde hay un gran incremento de la deformación con poco o ningún aumento del esfuerzo se llama resistencia de fluencia o resistencia de cedencia (s_y). Esta propiedad indica que, en realidad el material ha cedido o se ha

alargado en gran medida y en forma plástica y permanente. Si el punto de fluencia es muy notable, como la figura 2.4, a la propiedad se le llama punto de fluencia (o punto de resistencia) y no resistencia de fluencia.

2.3.1.3 Límite elástico.

En algún punto, llamado límite elástico, el material tiene cierta cantidad de deformación plástica, por lo que no regresa a su forma original después de liberar la carga. Por debajo de este nivel, el material se comporta en forma totalmente elástica. El límite de proporcionalidad y el límite elástico están bastante cerca de la resistencia de fluencia.

2.3.1.4 Módulo de elasticidad en tensión (E).

Para la parte rectilínea del diagrama esfuerzo – deformación unitaria, el esfuerzo es proporcional a la deformación unitaria y el valor de E, módulo de elasticidad, es la constante de proporcionalidad. Esto es:

$$E = \frac{\text{esfuerzo}}{\text{deformación unitaria}} = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Esta es la pendiente de la parte rectilínea del diagrama. El módulo de elasticidad indica la rigidez o resistencia a la deformación del material.

2.3.1.5 Ductilidad y porcentaje de elongación.

La ductilidad es el grado en el cual un material se deformará antes de su fractura final. Los materiales dúctiles resisten, bajo condiciones normales, las cargas repetidas sobre los elementos de máquina mejor que los materiales frágiles.

El porcentaje de elongación es la diferencia entre la longitud final y la longitud original, dividida entre la longitud original y convertida a porcentaje

$$\text{Porcentaje de elongación} = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100\%$$

Desde el punto de vista teórico, se considera que un material es dúctil si su porcentaje de alargamiento es mayor que 5% (los valores menores indican fragilidad). Por razones prácticas, se aconseja usar un material con 12% de elongación, para miembros de máquina sujetas a cargas de choque o impacto.

2.3.1.6 Resistencia al corte (S_{ys} y S_{us}).

Tanto la resistencia a la fluencia como la resistencia última al corte S_{ys} y S_{us} respectivamente, son propiedades importantes de los materiales. Desafortunadamente rara vez se mencionan estos valores. Se usarán las siguientes estimaciones.

$$S_{ys} = \frac{s_y}{2} = 0.5s_y = \text{resistencia de fluencia al corte} \quad (2.1)$$

$$S_{us} = 0.75s_y = \text{resistencia ultima al corte} \quad (2.2)$$

2.3.1.7 Módulo de elasticidad en cortante, G.

El módulo de elasticidad en cortante ó módulo de rigidez (G), es la relación de esfuerzo cortante entre la deformación unitaria por cortante. Esta propiedad indica la rigidez de un material bajo cargas de esfuerzo de corte, es decir, es la resistencia a la deformación por cortante. Existe una sencilla relación entre E, y G y la relación de Poisson (ν).

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (2.3)$$

2.3.1.8 Dureza.

La resistencia de un material a ser penetrado por un dispositivo es indicativa de su dureza. La dureza se mide con varios aparatos, procedimientos y penetradores: el penetrador de dureza Brinell y el de Rockwell son los que se utilizan con más frecuencia para elementos de máquinas. En un acero, la dureza indica la resistencia al desgaste, así como a los esfuerzos.

2.3.2 Pandeo de columnas.

2.3.2.1 Carga crítica.

Siempre que se diseñe un miembro constructivo es necesario que satisfaga requisitos específicos de resistencia, flexión y estabilidad. Existen miembros que puedan estar sometidos a cargas de compresión, y si son largos y esbeltos, la carga puede ser suficientemente grande como para hacer que el miembro se flexione lateralmente, o hacia los lados. Siendo más específicos, los miembros largos y esbeltos sometidos a una fuerza axial de compresión se llaman columnas, y la flexión lateral que sucede se llama pandeo.

La carga axial máxima que puede soportar una columna cuando está a punto de pandearse se llama carga crítica p_{cr} , figura 2.5 a. Toda carga adicional hará que la columna se pandee, y en consecuencia de flexione lateralmente, como se observa en la figura 2.5 b.

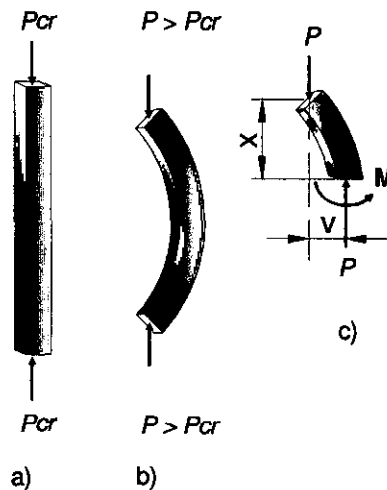


Figura 2.5. Carga axial sobre una columna. a) Aplicación de carga axial b) pandeo de la columna por acción de la carga.

2.3.2.2 Columna ideal con soportes articulados.

En esta sección se determinará la carga crítica de pandeo para una columna articulada en sus extremos, como en la figura 2.5 a la columna que se examinará es una columna ideal, lo que quiere decir que antes de cargarla es perfectamente recta, es de un material homogéneo, y la carga se aplica pasando por el centroide de la sección transversal. Además se supone que el material se comporta en forma linealmente elástica, y que la columna se dobla o padea en un solo plano.

Cuando la columna está en su posición flexionada, el momento interno de flexión se puede determinar con el método de las secciones. El diagrama de cuerpo libre de un segmento en posición flexionada se ve en la figura 2.5c, que se muestra tanto la flexión v como el momento interno M en dirección positiva. Al resolver esta ecuación se obtiene la carga crítica P_{cr} :

$$p_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \quad (2.4)$$

A esta carga se le llama carga de Euler y sus términos se definen como sigue:

- p_{cr} : Carga axial máxima o crítica sobre la columna, justo antes de que comience a pandear. Esta carga no debe hacer que el esfuerzo en la columna no sea mayor que el límite de proporcionalidad.
- E : Módulo de elasticidad del material.
- I : Momento de inercia mínimo del área transversal de la columna.
- L : Longitud no soportada de la columna, cuyos extremos están articulados.

También

La ecuación 2.4 se puede escribir, para fines de diseño, en una forma más útil, expresando $I = Ar^2$, donde A es el área transversal y r es el radio de giro de esa área transversal. Entonces:

$$p_{cr} = \frac{\pi^2 E (Ar^2)}{L^2}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} \quad (2.5)$$

En esta ecuación sus términos son:

- σ_{cr} : Esfuerzo crítico, que es el esfuerzo promedio en la columna justo antes de que se pandee. Este esfuerzo es un esfuerzo elástico y en consecuencia $\sigma_{cr} \leq \sigma_y$
- E : Módulo de elasticidad del material.
- L : Longitud no soportada de la columna, cuyos extremos están articulados.
- r : Radio de giro mínimo de la columna, calculado con $r = \sqrt{I/A}$, siendo I el momento de inercia mínimo del área transversal A de la columna.

2.3.2.3 Longitud efectiva.

La fórmula de Euler, ecuación que fue deducida para el caso de una columna con extremos articulados, o libres de girar; donde L en la ecuación representa la distancia no soportada entre los puntos como momento cero, si la columna esta soportada en otras formas, la fórmula de Euler se puede usar para determinar la carga crítica, siempre que L representa la distancia entre puntos con momento cero. A esta distancia se llama longitud efectiva de la columna L_e . Es obvio que para una columna con extremos articulados, $L_e = L$ figura 2.6 a. Para la columna con un extremo fijo y un empotrado que se analizó arriba, se encontró que la curva de flexión fue la mitad de la columna con sus extremos articulados cuya longitud es $2L$ figura 2.6 b, Así, la longitud efectiva entre los puntos de momento cero es $L_e = 2L$.

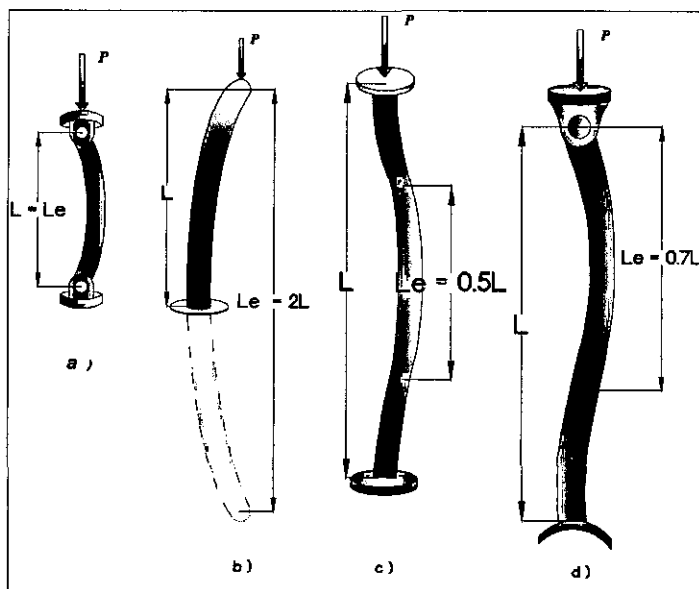


Figura 2.6. Valores para el coeficiente de corrección de longitud en columnas (K) para diferentes articulaciones

En la figura 2.6 el esquema que representa es el valor de K para: a) Extremos articulados b) Extremos empotrados y libres c) Extremos empotrados d) Extremo articulado y libre.

Más que especificar la longitud efectiva de la columna, muchos códigos de diseño contienen fórmulas para columnas donde se usa un coeficiente adimensional, llamado factor de longitud efectiva K , se define como sigue.

$$L_e = kL \quad (2.6)$$

En base a esta generalización, la fórmula de Euler se puede escribir como:

$$p_{cr} = \frac{\pi^2 EL}{(KL)^2} \quad (2.7)$$

O bien

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad (2.8)$$

En este caso (KL/r) es la relación de esbeltez efectiva de la columna.

2.3.2.4 Tensión axial.

La carga de tensión axial de la figura 2.7 es uno de los tipos más sencillos que se puede aplicar a un elemento. Se supone que la carga se aplicará a través del centroide del área del elemento y que las dos fuerzas en oposición son colineales a lo largo del eje de las x . A cierta distancia de los extremos donde están aplicadas las fuerzas, la distribución de esfuerzos a través de la sección recta del elemento es esencialmente uniforme.

Los esfuerzos normales aplicados para tensión axial pura se puede calcular a partir de:

$$\sigma_x = \frac{p}{A} \quad (2.9)$$

Donde p es la carga axial aplicada y “A”, el área de la sección recta en el punto de interés. La carga permitida para cualquier elemento particular a tensión se puede determinar mediante una comparación de los esfuerzos principales con la resistencia apropiada del material, donde el $FS = \frac{S_y}{\sigma_x}$.

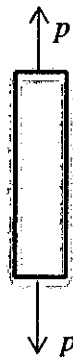


Figura 2.7. Barra sometida a carga axial.

El cambio en la longitud Δs de un miembro de sección transversal uniforme cargado a tensión axial pura está dado por:

$$\Delta s = \frac{pl}{AE} \quad (2.10)$$

Donde p es la fuerza aplicada, A el área de la sección transversal, l la longitud cargada y E el módulo de Young del material.

2.3.3 Fluidos.

Fluido es aquella sustancia que, debido a su poca cohesión intermolecular, carece de forma propia y adopta la forma de los recipientes que los contiene, cuando están en equilibrio, ellos no pueden soportar fuerzas tangenciales o cortantes. En esta categoría están los

líquidos y los gases, que se diferencian entre sí por el valor de su densidad.³

2.3.3.1 Densidad

Suponiendo que el fluido es homogéneo, la densidad se define como el cociente entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.11)$$

Donde:

ρ : Densidad.

m : Masa.

V : Volumen.

Sus unidades son kg/m³ en el Sistema Internacional.

2.3.3.2 Flujo.

Es el volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente, es el responsable de hacer que algo se mueva para causar movimiento, es común utilizar tres medidas para el flujo de fluidos, siendo de mayor importancia el flujo volumétrico. El flujo volumétrico es el volumen de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo.

$$Q = A \cdot v \quad (2.12)$$

Donde:

Q : Flujo o caudal.

A : Área.

³Principios de Hidráulica y Neumática (s.f) recuperado de
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/LIBRO/pdf/hidrapri.pdf

v: Velocidad.

2.3.3.3 Función del fluido hidráulico.

El fluido hidráulico tiene cuatro funciones principales:

- Transmitir potencia.
- Lubricar las piezas móviles.
- Sellar el juego entre una pieza y otra.
- Enfriar o disipar el calor.

Cuando las moléculas del fluido se desplazan dentro de una conducción de forma ordenada se dice que es un fluido de régimen laminar y cuando las moléculas del fluido se desplazan dentro de una conducción de forma desordenada se llama régimen turbulento.

2.3.4 Presión.

La presión es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, un sólido al entrar en contacto con otro ejerce una fuerza en su superficie tratando de penetrarlo. El efecto deformador de esa fuerza o la capacidad de penetración depende de la intensidad de la fuerza y del área de contacto. La presión es la magnitud que mide esa capacidad.

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.13)$$

Donde:

P: Presión.

F: Fuerza.

A: Área.

Su unidad en el Sistema Internacional es el Pascal. (Pa = 1 N / m²).

2.3.5 Recipientes sometidos a presión.⁴

Con la denominación de recipientes a presión se menciona a los aparatos constituidos por una envolvente, normalmente metálica, capaz de contener un fluido, líquido o gaseoso, cuyas condiciones de temperatura y presión son distintas a las del medio ambiente.

La forma mas común de los recipientes a presión es la cilíndrica, por su más fácil construcción y requerir menores espesores que otras formas geométricas para resistir una misma presión, salvo la forma esférica, cuyo uso se reduce a grandes esferas de almacenamiento, dada su mayor complejidad en la construcción

2.3.5.1 Características de los recipientes sometidos a presión.

Todo recipiente a presión está formado por la envolvente, dispositivos de sujeción o apoyo del propio equipo, conexiones por las que entran y salen los fluidos, elementos en el interior y accesorios en el exterior del recipiente. A continuación se procede a describir brevemente cada una de estas partes, mostrando la diversidad de posibilidades en cada una de ellas:

a) Envolvente:

Es una envoltura metálica que forma propiamente el recipiente. Como ya se ha indicado, los aparatos cilíndricos son los más utilizados, y en ellos la envolvente está formada, básicamente, por dos elementos: la parte cilíndrica o cubierta (carcasa) y los fondos o cabezales. Si la cubierta está constituida por varios cilindros de

⁴ M.M.J (10 -2005), *cálculo de recipientes a presión*, recuperado en <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/137/5/Anexo%206%20Calculo%20de%20recipientes%20a%20presion.pdf>

diversos diámetros, la unión entre ellos se realiza generalmente por figuras troncocónicas que realizan la transición.

b) Cabezales.

Los cabezales o fondos son las tapas que cierran la carcasa, normalmente son bombeados, existiendo una gran diversidad de tipos entre ellos, y como excepción existen los fondos cónicos y planos, de muy reducida utilización. Todos estos fondos se realizan a partir de chapa, a la que mediante estampación se obtiene la forma deseada, salvo el caso de fondos cónicos y planos.

c) Conexiones.

Todo recipiente debe tener como mínimo una conexión de entrada del fluido y otra de salida, aunque siempre tienen muchas más, como entrada y salida de fluidos, Para instrumentos, como manómetros, termómetros, indicadores o reguladores de nivel, etc.

2.3.5.2 Cálculos de cilindros sometidos a presión.

El cálculo mecánico de un recipiente consiste, básicamente en la determinación de los espesores de las diferentes partes que lo forman, tomando como datos de partida: la forma del equipo, sus dimensiones, el material utilizado, las condiciones de presión temperatura, las cargas debidas al viento y terremotos, peso específico del fluido y la reglamentación, norma o código que debe cumplir el diseño del recipiente.

2.3.5.3 Presión de diseño de recipientes sometidos a presión.

La presión de diseño de un recipiente es la presión utilizada en el diseño, con el fin de determinar el espesor mínimo permisible o las características físicas de sus diversas partes.

Debido al escalonamiento de los espesores de placas existentes comercialmente, un recipiente puede tener un espesor de pared un poco mayor que el necesario para soportar la presión de diseño. Por consiguiente, la presión de trabajo máxima permisible puede superar la de diseño. Sin embargo, en la práctica, para ahorrarse esfuerzos, la presión de diseño se considera por lo común como la presión máxima permisible de trabajo. Consideraremos que la presión de diseño será 1.5 veces la presión a la que trabaje el equipo.

En todos los recipientes a presión debe haber dispositivos de purga de presión, y ajustarse para saltar a una presión que no sobrepase la presión máxima permisible de carga. Los dispositivos de alivio de la presión pueden ser válvulas o discos de ruptura. Para evitar la abertura frecuente, se mantiene comúnmente un margen entre la presión operacional y el ajuste del dispositivo de purga.

2.3.5.4 Corrosión.

El margen de corrosión para recipientes con espesor mínimo requerido es menor de 0.25 plg. Para vapor de agua, agua o aire comprimido se indica un margen de corrosión no menor a la sexta parte del espesor de la placa calculada.

$$\text{margen de corrosión} \geq \frac{1}{6} \text{ espesor calculado}$$

2.3.5.5 Soldadura en cilindros sometidos a presión.

Los tipos de soldadura utilizados para la mayoría de las juntas perimetrales y longitudinales en los recipientes a presión se muestran en la siguiente figura:

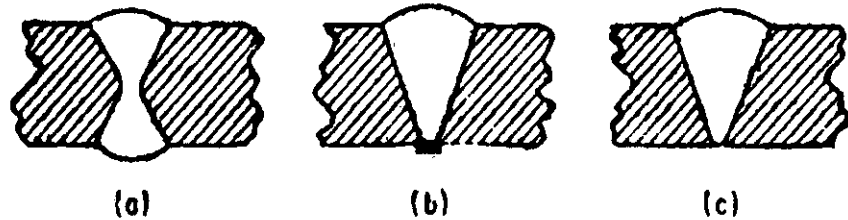


Figura 2.8. Representación de los tipos de soldadura. (Fuente: E.F. Megyesy. (1980), Manual de Recipientes a Presión).

En la figura 2.8 a) Junta por ensamble de soldadura doble, picada antes de soldar el segundo lado. b) Junta por ensamble de soldadura simple con banda de respaldo que puede o no retirarse c) Junta por ensamble de soldadura simple, sin banda de respaldo.

La eficiencia de soldadura es la relación entre el esfuerzo permisible en la soldadura y el esfuerzo permisible para la placa adyacente. Depende no solo del tipo de soldadura, sino también del grado de examen radiográfico. En la tabla 2.1 se muestran las eficiencias máximas permisibles de juntas para juntas soldadas con gas y con arco.

Tabla 2.1. Eficiencia máxima permisible de juntas para juntas soldadas con gas y con arco.

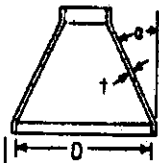
	Descripción de la junta	Grado de examen		
		Radiografía completa	Examen por puntos	No examinada por puntos
a,	Juntas con ensamble con soldadura doble o con medios que permiten obtener la misma calidad de metal soldado a ambos lados de la junta.	1.0	0.85	0.70
b	Junta por ensamble de soldadura simple, con banda de respaldo en su lugar.	0,9	0.80	0.65
c	Junta por ensamble de soldadura simple, sin banda de respaldo. Solo se permite para unas junta perimetrales.			0.60

Fuente: E.F. Megyesy. (1980), Manual de Recipientes a Presión.

Fórmulas de diseño.

En lo referente al diseño, se especifica una serie de fórmulas para el cálculo que pueden verse en la Tabla 2.2 donde se muestra las fórmulas para hallar el espesor de la pared y la presión interna, para recipientes de diferentes formas.

Tabla 2.2. Fórmulas de diseño de recipientes para presión interna.

Descripción	Fórmula		Observación
	Espesor(t)	Presión(P)	
Concha cilíndrica	$\frac{PR}{SE - 0.6P}$	$\frac{SEt}{R + 0.8t}$	El esfuerzo perimetral, cuando t no sobrepasa 0.5R o P no es mayor que 0.385SE.
Concha esférica	$\frac{PR}{2SE - 0.2P}$	$\frac{2SEt}{R + 0.2t}$	Cuando t no sobrepasa 0.356R o P no es mayor que 0.665SE.
Cabeza hemisférica	$\frac{PL}{2SE - 0.2P}$	$\frac{2SEt}{L + 0.2t}$	Cuando t no sobrepasa 0.356L, o P es mayor que 0.665SE (L= radio).
Cabeza elipsoidal	$\frac{PD}{2SE - 0.2P}$	$\frac{2SEt}{D + 0.2t}$	Para cabezas semielipsoidales en las que h=D/4.
Cabeza toriesférica (de plato esférico)	$\frac{0.85PL}{SE - 0.1P}$	$\frac{SEt}{0.885L + 0.1t}$	Para cabezas A.S.M.E. estándar en las que el radio minino de articulación=6% del radio interno de corona
Cabeza cónica sin articulación de transición 	$\frac{PD}{2 \cos \alpha (SE - 0.6P)}$	$\frac{2SEt \cos \alpha}{D + 1.2t \cos \alpha}$	Se puede necesitar un anillo de refuerzo.

Fuente: A. Megyesy, E.F. (1980), Manual de Recipientes a Presión.

La nomenclatura utilizada en tabla 2.2 es la siguiente:

T	:	Espesor de concha o cabeza. (Pulg.)
P	:	Presión ($\frac{lb}{pulg^2}$)
S	:	Esfuerzo permisible ($\frac{lb}{pulg^2}$)
E	:	Eficiencia de la junta, adimensional.
R	:	Radio interno (pulg).
D	:	Diámetro interno del faldón de cabeza o longitud interna del eje mayor de una cabeza elipsoidal (pulg).
H	:	Profundidad interna de un cabeza elipsoidal (pulg).

2.3.6 Sistema hidráulico.

El objetivo principal de un sistema hidráulico es de transmitir potencia a través de un fluido presurizado. El fluido de trabajo entonces tendrá que cumplir un ciclo cerrado puesto que el mismo deberá ser retornado a un depósito una vez que realice la transmisión de potencia a través de los cambios de energía del ciclo: energía mecánica – energía hidráulica – energía mecánica.⁵

Los accesorios para que el fluido pueda cumplir dicha función, los dispositivos que controlan o regulan la transmisión de energía, y los dispositivo de seguridad forman lo que se denomina circuito oleo hidráulico.

⁵ V. Palacios, V. Hugo (10-2010) *Diseño de una Prensa hidráulica para Elaborar pocetas de acero Inoxidable*, recuperado de http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/dise%C3%B1o-prensa-hidraulica-elaborar-pocetas-acero-inoxidable/id/52154983.html

2.3.6.1 Circuito hidráulico y sus Componentes.

Los elementos básicos de un circuito hidráulico son:

- Fluido de trabajo.
- Tanque de almacenamiento.
- Filtro.
- Líneas de conducción.
- Bomba (Elemento principal).
- Válvula de alivio.
- Actuador.

2.3.6.2 Fluido de trabajo.

Los aceites empleados en los circuitos hidráulicos trabajan dentro de grandes límites de presión, de temperatura y de velocidades. Su misión es la de asegurar, en todas estas condiciones, una buena lubricación de los órganos del dispositivo hidráulico y prevenir de este modo el desgaste prematuro de los elementos que efectúan los movimientos rotativos o rectilíneos alternos. En general, los aceites empleados en los circuitos hidráulicos deben tener las siguientes cualidades:

- a) Una viscosidad apropiada para asegurar un mínimo de fugas, un mínimo de pérdidas de carga y una pronta reacción del sistema hidráulico a los impulsos del mando. Por esta razón sólo se emplean en los circuitos hidráulicos aceites cuyo índice de viscosidad sea mayor que 75.
- b) Capacidad elevada de lubricación para facilitar la puesta en movimiento de los dispositivos de mando. Es muy importante poder mantener un coeficiente de fricción lo más bajo posible, para asegurar así un movimiento fácil y una gran sensibilidad de las válvulas, de los pistones y de los otros mecanismos de accionamiento.

2.3.6.3 Tanque de almacenamiento.

El depósito o tanque es un elemento normal en la mayoría de circuitos hidráulicos y sirve para almacenar el fluido. La capacidad del depósito debe ser el triple del caudal de la bomba en litros por minuto, y este debe ser hermético, mantenerse limpio y debe tener suficiente resistencia. Por otro lado, el tubo de admisión de la bomba debe estar por debajo de la superficie de aceite, y sobre el fondo del tanque. De esta forma se reduce las posibilidades de cavitación debidas a la falta de aceite y también se evita la admisión de los sedimentos que se depositan en el fondo.

2.3.6.4 Filtro de aceite.

Dispositivos para separar las partículas o sólidos que se hallan en suspensión en el aceite. En muchos sistemas hidráulicos, el aceite es filtrado antes de que entre a la válvula de control. Para hacer esto se requiere un filtro más o menos grande que pueda soportar la presión total de la línea. En la figura 2.9 se muestra un filtro hidráulico con sus respectivas partes.

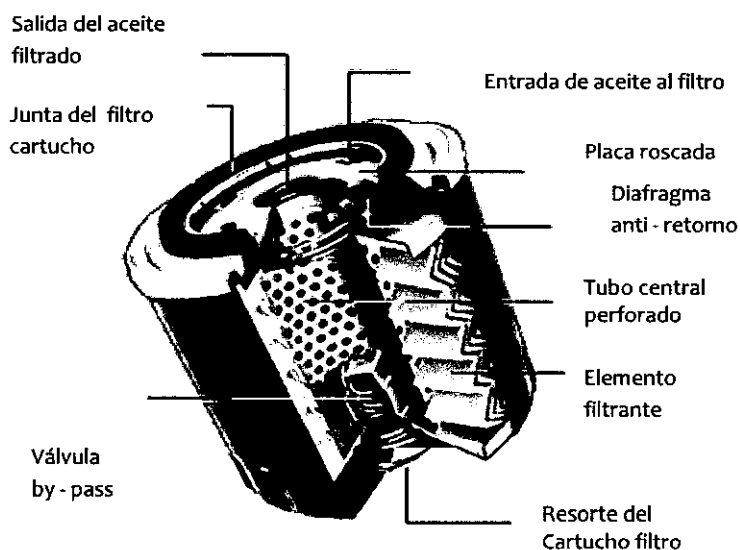


Figura 2.9. Filtro hidráulico. (Fuente: Fierros clásicos (2014)).

2.3.6.5 Conducciones hidráulicas.

Para la conducción del fluido hidráulico se emplean tuberías rígidas de acero sin soldadura, o mangueras flexibles, evitándose en todo momento emplear elementos galvanizados, dado que el zinc presente puede ser muy reactivo con ciertos aditivos presentes en los fluidos hidráulicos. Existen dos tipos principales de conexiones:

Conexiones rígidas (Tuberías de acero.)

Los tamaños estándar de tuberías se denominan por medio de su tamaño nominal y número de célula, los números de célula están relacionados con la presión de operación y el esfuerzo permisible del acero.

Todos los tubos para alta presión son de pequeño diámetro interior, que no suele superar los 19 mm (3/4 de pulgada) para presiones de 210 kg/cm² (3000 psi) y superiores. Básicamente, cuanto mayor es la presión menor es el diámetro interior empleado, siempre que éste cumpla las condiciones del sistema en cuanto a relación entre caudal y caída de presión.

Manguera hidráulica.

Las mangueras hidráulicas son flexibles y reforzadas, usadas en sistemas de fluidos de potencia y en otras aplicaciones industriales, donde las líneas de flujo deben prestar servicio cambiante. Los materiales con que están fabricadas incluyen butilo de caucho que es una lámina impermeabilizante presentada en forma de membrana flexible que posee gran resistencia al desgarro como el caucho sintético, caucho de silicón, elastómeros termoplásticos, nylon, alambre de acero y poliéster. En el caso de mangueras flexibles, en su cálculo hay que tener en cuenta un

factor de seguridad FS , en función de la presión de servicio o de funcionamiento a la que estará sometida la manguera.

Tabla 2.3. Factor de seguridad en mangueras flexibles, FS .

Factor de Seguridad en mangueras flexibles, FS.	
Presión de servicio, en bares	FS.
De (0 – 70)	8
De (70 -175)	6
> 175	4

Fuente: V. Palacios, (2010) Diseño de una Prensa hidráulica para elaborar pocetas de acero Inoxidable.

$$Fs = \frac{\text{presión de rotura}}{\text{Presión de Funcionamiento}} \quad (2.14)$$

2.3.6.6 Bombas de aceite.

Son el corazón del sistema hidráulico, su trabajo es crear flujo y no presión, tienen la misión de transformar la energía que las acciona en un caudal de aceite con una presión determinada.

De los diferentes tipos de bombas existentes las de mayor interés son las de desplazamiento positivo como las de engranajes, paletas o de pistones, estas bombas son las que alcanzan las más altas presiones. En aquellos sistemas en donde estén funcionando deberá incluirse una válvula de alivio que permita retomar el fluido de trabajo al tanque.

El uso de éstas depende del rango de presiones del sistema por ejemplo, los rangos donde trabajan sin afectar negativamente su eficiencia volumétrica son:

- Bomba de engranajes : Hasta 1000 psi.
- Bomba de paletas : Hasta 2000 psi.

- Bomba de pistones : Hasta 5000 psi

a) **Bombas de engranajes.**⁶

Esta es uno de los tipos más populares de bombas de caudal constante, sobre todo, si es de engranajes exteriores figura 2.10. En su forma más común, se compone de dos piñones dentados acoplados que dan vueltas, con cierto juego, dentro de un cuerpo hueco. El piñón motriz esta enchavetado sobre el árbol de arrastre accionado generalmente por un motor eléctrico. Las tuberías de aspiración y de salida van conectadas cada una por un lado, sobre el cuerpo de la bomba.

Los piñones dentados se fabrican de acero Cr-Ni cementado, templado y rectificado, los ejes de ambos engranajes están empotrados por sendos cojinetes de rodillo ubicados en cada extremo, figura 2.11.

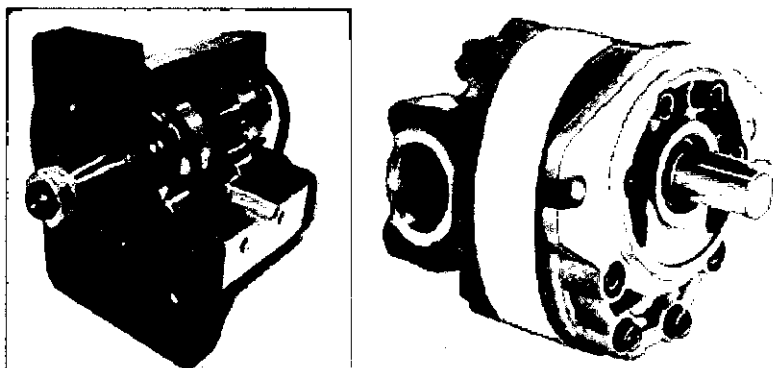


Figura 2.10. Bombas industriales de engranajes. (Fuente: F. Rigao, bombas hidráulicas y rotativas).

El caudal teórico en $\frac{m^3}{s}$ de las bombas de engranajes externos sería:

⁶F. Rigao, M. Battocchia (s.f.), *Bombas Hidráulicas y Rotativas*, recuperado de http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/bombashidraulicas/

$$Q_t = \frac{(2\pi)}{60} \cdot D_r \cdot m \cdot b \cdot n \quad (2.15)$$

D_r : Diámetro primitivo de la rueda motriz
 m : Módulo
 b : Ancho del diente
 n : Velocidad de giro (rpm)

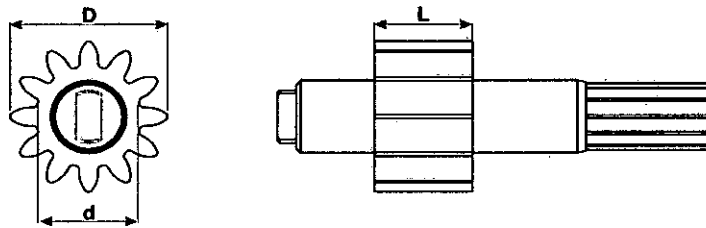


Figura 2.11. Diagrama interno de una bomba de engranajes.
⁷(Fuente: Taringa, cálculo caudal de bomba hidráulica).

La cilindrada (c) de una bomba de engranaje se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$c = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_i^2) \cdot e \quad (2.16)$$

Siendo, D_e y D_i los diámetros de punta y de base del diente del engranaje y “ e ” es el ancho de la carcasa de la bomba.

i. Ventajas:

- De desplazamiento positivo: El caudal es constante dentro de una manera razonable sin importar la resistencia al flujo.
- Filtraciones pequeñas: La disminución en la cantidad de descarga debida a filtraciones que vuelve a la admisión es pequeña.

⁷ Imagen tomada de <http://www.taringa.net/posts/info/11327338/Calculo-caudal-bomba-hidraulica.html>

ii. Desventajas:

- Limitada para aplicaciones de baja presión, debido al desequilibrio hidráulico, cualquier presión excesiva que exista en la salida aplica una fuerza en los engranajes, produciendo la deflexión del eje.

b) Bomba de paletas.

Las bombas de paletas cuentan con un conjunto de aletas con cinemática radial. El rotor es un cilindro hueco con ranuras radiales en las que oscilan o deslizan las aletas, como se aprecia en la figura 2.12.

Las paletas planas rectangulares se mueven acercándose o alejándose de las ranuras del rotor y siguen a la forma de la carcasa o caja de la bomba, figura 2.12a. El rotor está colocado excéntrico con respecto al eje de la caja de la bomba. La rotación en el sentido de las manecillas del reloj del rotor en virtud de la mayor área que hay entre dicho rotor y la cavidad de la caja, producirá un vacío en la admisión y la entrada del aceite en los volúmenes formados entre las paletas⁸.

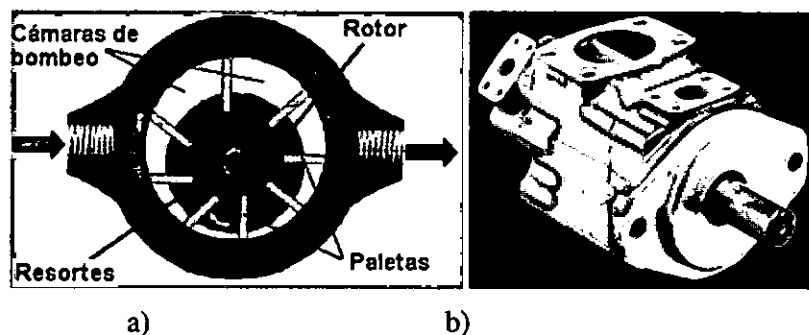


Figura 2.12. Bombas de paletas. a) Partes internas de una bomba de paletas b) Vista externa. (Fuente: Quiminet (2008), principio de funcionamiento de la bomba de paletas)

⁸ Quiminet (2008), Principio de Funcionamiento de la Bomba de Paletas recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/principio-del-funcionamiento-de-las-bombas-de-paletas-28446.htm>

i. Ventajas:

- Mayor caudal: El ajuste preciso entre las paletas y el anillo aumenta el caudal de estas bombas con respecto a las bombas de engranajes.
- Desplazamiento Positivo: El caudal disminuye poco a medida que la resistencia al flujo aumenta.
- Equilibrio hidráulico: La mayor parte de las bombas de paletas son equilibradas hidráulicamente (las salidas están en lados opuestos, al igual que las entradas). Las fuerzas que se oponen se equilibran entre ellas y reducen las cargas en los cojinetes y la deflexión en el eje.

ii. Desventajas:

- Gran cantidad de partes: muchas partes mecánicas, costo elevado.
- No tienen el mismo grado de hermeticidad como otras bombas rotativas. Esto se puede mejorar aumentando el número de paletas.
- La bomba mostrará desgaste interior de la caja y en las aristas de las paletas, causado por el deslizamiento de contacto entre las dos superficies.

Consideraciones para la selección de una bomba.

La elección de una bomba puede ser arbitraria o calculada. Es decir, para una cierta aplicación pueden servir varios tipos de bomba si nos basamos en la “práctica aceptada”. Los principales factores de selección son:

- Presión de trabajo.
- Capacidad (caudal y potencia).

- Rendimiento.
- Velocidad.
- Fluido.
- Ruido.

Por otro lado estas bombas serán afectadas considerablemente si no evitamos la acción del enemigo número uno del sistema hidráulico, la suciedad.

2.3.6.7 Válvulas hidráulicas.

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos.⁹

Se clasifican en:

a) Válvulas para el control de dirección.

En todos los sistemas neumáticos e hidráulicos se utilizan válvulas de control de dirección para controlar el sentido de flujo que pasa por un sistema. Estas válvulas se utilizan con frecuencia en el diseño de sistemas de control de secuencia, y se activan para cambiar la dirección de flujo de un fluido mediante señales mecánicas, eléctricas o de presión de fluidos.

⁹ E. J. Caroli (2012), *Válvulas: Instrumentación y control*, recuperado de <http://valvula.es/Tipos-de-valvulas/index.php>

Un tipo muy común de válvula de control de dirección es la válvula de carrete. Dentro de la válvula se desplaza un carrete en forma horizontal para controlar el flujo, figura 2.13 a. La fuente de alimentación de aire está conectada al puerto 1 y el puerto 3 está cerrado. De esta manera es posible presurizar el dispositivo conectado al puerto 2. Cuando el carrete se desplaza a la izquierda figura 2.13 b, se interrumpe el suministro de la fuente de alimentación y el puerto 2 se conecta al puerto 3. Este último es un desfogue a la atmosfera, por lo que la presión de aire del sistema vinculado al puerto 2 sale por dicho desfogue.

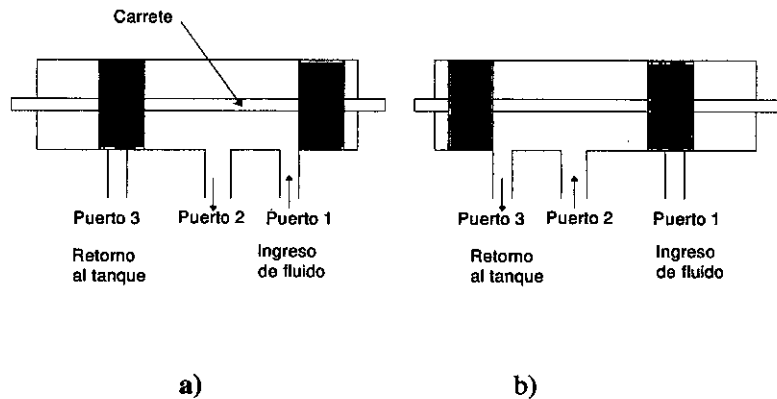


Figura 2.13. Válvula de control de carrete.

La figura 2.14 muestra ejemplos de algunos símbolos con los que se representa los diversos modos en los que actúan las válvulas. El símbolo de una válvula puede representarse por uno o más de estos símbolos.

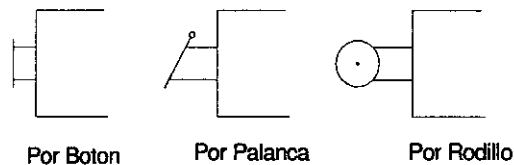


Figura 2.14. Simbología de válvulas.

b) Válvulas direccionales.

La figura 2.15 muestra una válvula direccional y su respectivo símbolo. El flujo se realiza en la dirección en la que la bola empuja al resorte. El flujo en la dirección opuesta está bloqueado porque el resorte empuja la bola y esta ocupa su asiento.

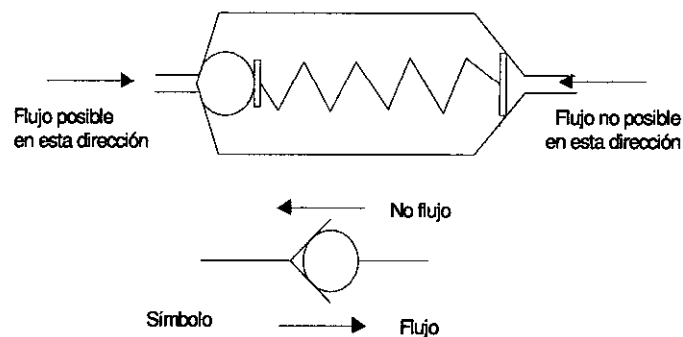


Figura 2.15: Representación de una válvula direccional.

c) Válvulas solenoides hidráulicas¹⁰.

Las necesidades crecientes que se presentarán y que se siguen presentando en el campo de la automatización industrial en cuanto se refiere a la fabricación de maquinarias, dispositivos y diversos elementos accionados hidráulicamente, y la extrema sencillez con que se pueden diseñar circuitos eléctricos que funcionan automáticamente comandados desde sencillos microcontactos, fin de carreras, microcontactos temporizadores, hasta los modernos controladores lógicos programables (PLCs) han hecho pensar a los ingenieros proyectistas, hace algunas décadas atrás, lo útil que resultaría comandar circuitos hidráulicos vía automatizaciones eléctricas.

¹⁰I. Moreno (2002), *Válvulas Hidráulicas*, recuperado de http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/valvulashidraulicas/default.asp

d) Válvulas hidráulicas de cuatro vías, operadas eléctricamente.

En la figura 2.16 observamos una válvula directamente accionada por solenoide, es aquella en la cual el elemento motriz para accionar la corredera deslizante es únicamente un electroimán o un solenoide.

La acción de este, cuando se encuentra energizado, se traduce en un empuje o una tracción de la corredera. En dicha figura 2,16 tenemos una válvula de cuatro vías, dos posiciones, de retorno por la acción de un resorte antagonista, y accionada por el electroimán dibujado al costado derecho de la válvula. Cuando se energiza el solenoide la corredera es empujada por la acción de este hacia la izquierda, conectan a la cara 2 del cilindro mientras que la cara 1 queda drenada al tanque. La corriente eléctrica debe ser mantenida sobre el solenoide para que este a su vez mantenga la corredera empujada totalmente hacia la izquierda. Cuando se corta la corriente y el solenoide se desenergiza, el resorte empuja enérgicamente a su vez a la corredera hacia la derecha conectándose entonces las puertas del cuerpo de la válvula de la manera demostrada en la figura siguiente.

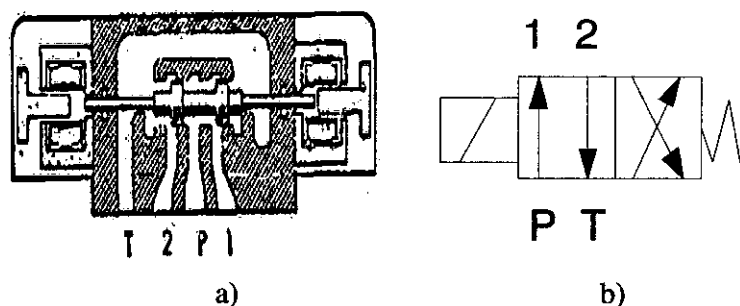


Figura 2.16. Electroválvula 4/2 a) Estructura interna b) símbolo. (Fuente: a: Bolton W. (2001) Mecatrónica.

Las válvulas solenoides siempre se representan en los esquemas de circuitería con el conexionado correspondiente a su posición desenergizada.

La válvula de la figura 2.16 es de dos posiciones, pero si a la válvula accionada por doble solenoide mediante dispositivos adecuados, le colocamos dos resortes exactamente iguales en ambos extremos de la corredera, cuando ningún solenoide está energizado se auto centrará por la acción del equilibrio provocado por ambos resortes en la posición central de la válvulas, tenemos así una válvula de cuatro vías, tres posiciones, autocentrada por resortes, figura 2.17.

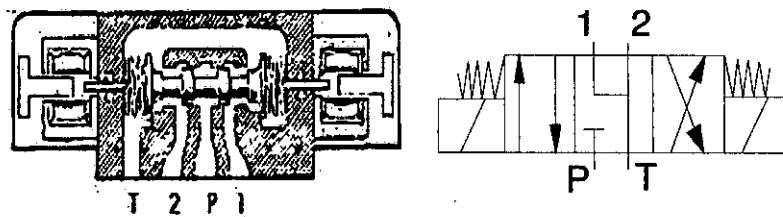


Figura 2.17: Electroválvula 4/3 con doble solenoide. (Fuente: Bolton W. (2001) Mecatrónica.)

Deben tomarse especiales cuidados que nunca ambos solenoides queden energizados simultáneamente. La corriente eléctrica debe ser mantenida sobre el solenoide respectivo todo el tiempo deseado para mantener la corredera en uno de sus extremos, si el solenoide se energiza, permaneciendo el otro solenoide desenergizando, los resortes automáticamente llevan a la corredera a su posición central. Esta válvula puede ser montada en cualquier posición.

2.3.6.8 Cilindro actuador.

A diferencia de la bomba hidráulica, la cual realiza movimientos rotatorios (giratorios), el cilindro hidráulico tiene la función de realizar movimientos de traslación (lineales) y, simultáneamente, transmitir

fuerzas. El cilindro actuador es el elemento final que transmite la energía mecánica o empuja la carga que se desee mover o desplazar. Aunque hay actuadores de tipo rotativo, los más conocidos son los cilindros lineales.¹¹ En la figura 2.18 se muestra un cilindro con sus partes principales.

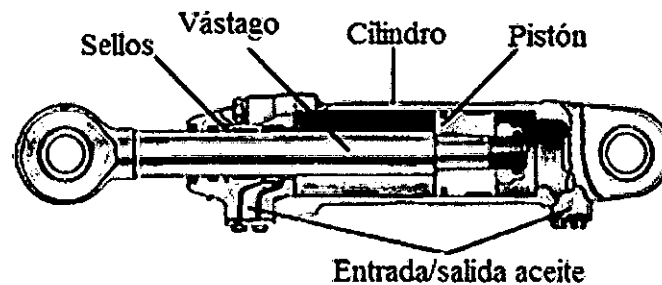


Figura 2.18. Partes de un cilindro hidráulico. (Fuente: Ingemecánica (2014), tutorial N° 212).

Los cilindros lineales pueden ser de simple o de doble efecto. En los cilindros de simple efecto el aceite entra sólo por un lado del émbolo, por lo que sólo puede transmitir esfuerzo en un sentido. El retroceso se consigue o bien por el peso propio del cilindro, bien por la acción de un muelle o por una fuerza exterior (ejemplo, la propia carga que se eleva). Por el contrario, en los cilindros de doble efecto, el aceite puede entrar por los dos lados del émbolo, por lo que puede transmitir esfuerzo en los dos sentidos del movimiento.

Diseño de cilindros hidráulicos.

Cabe indicar un aspecto a tener muy en cuenta en el diseño de los cilindros hidráulicos, es el vástago por ser una pieza esbelta está sometido a esfuerzos de compresión, por lo que corre el riesgo de sufrir el fenómeno de pandeo. Para tener en cuenta este tipo de inestabilidad,

¹¹INGEMECHANICA (s.f.) *Sistema Hidráulicos de Transmisión de Potencia*, tutorial n° 212, recuperado de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

el cálculo del diámetro del vástago se realiza aplicando la teoría de Euler. Para determinar si el vástago está sometido a efectos de pandeo la siguiente relación debe de ser verdadera.

$$\frac{L}{e} \leq 40$$

Donde L es la longitud del vástago y e el espesor de la pared. Según esta teoría, para un determinado diámetro d de vástago, la fuerza máxima (p_{cr}) que puede soportar sin que sufra de pandeo viene dada por la siguiente expresión:

$$p_{cr} = \frac{p}{FS} \quad (2.17)$$

Donde FS es un factor de seguridad de valor 3,5 y “ p ” es la carga de pandeo (en kg) que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$p = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \quad (2.18)$$

Donde,

- E : Módulo de elasticidad, de valor $2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$ para el acero;
- I : Momento de inercia de la sección transversal del vástago.
- L : Longitud de pandeo del vástago, que depende del método de sujeción empleado en su montaje.

Por debajo de este valor, se puede hacer el cálculo por compresión simple, en este caso la carga que soporta el vástago es mayor que la que soportaría si presenta pandeo. El esfuerzo a compresión simple se puede calcular mediante la siguiente expresión.

$$\sigma = \frac{4 \cdot F}{\pi d^2} \quad (2.19)$$

La longitud de pandeo L , en general no va a coincidir con la longitud real del vástago, sino que va a depender, como ya se ha dicho de la forma en que se haya realizado el montaje del cilindro.

2.3.6.9 Cálculo de las tuberías.

Una vez calculado el cilindro actuador y sus parámetros de diseño (caudal de flujo, geometría), el siguiente paso es dimensionar los diámetros de las tuberías que conducen el fluido hidráulico hasta los actuadores. El cálculo del diámetro de las tuberías se realiza a partir del caudal Q que llega hasta el cilindro actuador, que es un dato conocido y calculado según el apartado anterior.

En efecto, la velocidad del fluido hidráulico " v " por el interior de los conductos está relacionada con el caudal Q , mediante la siguiente expresión:

$$Q = V \cdot A \quad (2.20)$$

Donde

A : Área de la sección interna de la tubería ($\pi \cdot D^2 / 4$).

D : Diámetro interior de la tubería.

Por lo tanto, sustituyendo y despejando v de la expresión anterior, el valor de la velocidad del fluido que discurre por el interior de una tubería también puede ser expresada en función del caudal y del diámetro interior de la tubería, como:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi D^2} \quad (2.21)$$

Como norma general, el diámetro de cualquier tubería de conducción de aceite hidráulico se elegirá tal que la velocidad del fluido por su interior se mantenga dentro de un rango de velocidades. En la práctica se aplican los siguientes valores estándar de velocidad en los conductos:

Tuberías de impulsión:

- Hasta 50 bar de presión de trabajo: $4,0 \text{ m/s}$;
- Hasta 100 bar de presión de trabajo: $4,5 \text{ m/s}$;
- Hasta 150 bar de presión de trabajo: $5,0 \text{ m/s}$;
- Hasta 200 bar de presión de trabajo: $5,5 \text{ m/s}$;
- Hasta 300 bar de presión de trabajo: $6,0 \text{ m/s}$.

Tuberías de aspiración: $1,5 \text{ m/s}$;

Tubería de retorno: $2,0 \text{ m/s}$.

Una vez seleccionado el diámetro D de la tubería y calculada la velocidad v de circulación del fluido hidráulico, es necesario conocer la pérdida de carga que se produce por el interior de la tubería.

2.3.7 Sensores y transductores.

El término sensor se refiere a un elemento que se produce una señal relacionada con la cantidad que se está midiendo. Por ejemplo, el caso de un elemento para medir temperatura mediante resistencia eléctrica, la cantidad que se mide es la temperatura y el sensor transforma una entrada de temperatura en un cambio en la resistencia. Con frecuencia se utiliza el término transductor en vez de sensor.

Los transductores se definen como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimentan un cambio relacionado. Sin embargo, en un sistema de medición se puede utilizar transductores, además de sensores,

2.3.7.1 Estructura y principio de funcionamiento¹²

Todos los sensores utilizan uno o más principios físicos o químicos para convertir una variable de entrada al tipo de variable de salida más

¹² F. Curilef (2014), *Transductores y Sensores*, recuperado de <http://es.scribd.com/doc/14054883/Transductores-Sensores>

adecuado para el control o monitoreo de cada proceso particular. Estos principios o fenómenos se manifiestan en forma útil en ciertos materiales o medios y pueden estar relacionados con las propiedades del material en sí o su disposición geométrica. En el caso de sensores cuya salida es una señal eléctrica, la obtención de esta última implica generalmente el uso de un transductor primario y opcionalmente, uno o más transductores secundarios. La función del transductor primario es convertir la magnitud física a medir en otra más fácil de manipular, esta última no tiene que ser necesariamente de naturaleza eléctrica.

Una vez obtenida esta última es sometida a un proceso de acondicionamiento y amplificación para ajustarla a las necesidades de la carga exterior o de la circuitería de control. Adicionalmente, muchos sensores incluyen una etapa de salida, conformada por relés, amplificadores de potencia, conversores de código, transmisores, y otros tipos de dispositivos y circuitos, cuya función es adaptar la señal entregada por el bloque de acondicionamiento o tratamiento a las necesidades específicas de la carga.

2.3.7.2 Características de un sensor.

Rango de medida: Dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.

Precisión: Es el error de medida máximo esperado.

Offset o desviación de cero: Valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.

Sensibilidad de un sensor: Es la relación entre el cambio en la salida y el cambio en la entrada. Determina la pendiente de la función de transferencia o de la curva de calibración.

Resolución: Mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

Rapidez de respuesta: Puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

Repetitividad: Error esperado al repetir varias veces la misma medida.

2.3.7.3 Tipos de sensores.

Muchos transductores utilizados en los procesos industriales para convertir variables físicas en señales eléctricas o de otro tipo, necesitan de una o más fuentes auxiliares de energía para realizar su acción básica, los sensores basados en este tipo de transductores se denominan activos o moduladores y se emplean principalmente para medir señales débiles.

- a) **Sensores analógicos:** Los sensores analógicos entregan como salida un voltaje o una corriente continuamente variable dentro del campo de medida especificado. Los rangos de voltaje de salida son muy variados, siendo los más usuales $\pm 10V$, $\pm 5V$. Los rangos de corriente de salida están más estandarizados, siendo actualmente el más común el de 4 a 20 mA, donde 4 mA corresponde a cero en la variable medida y 20 mA a plena escala.
- b) **Sensores digitales:** Los sensores digitales entregan como salida un voltaje o una corriente variable en forma de saltos o pasos discretos de manera codificada, es decir con su valor representado en algún

formato de pulsos o palabras, digamos PWM (Modulación de Ancho de Pulso) o binario. Un caso particular de sensores digitales son los detectores todo o nada los cuales, como su nombre lo sugiere, tienen una salida digital codificada de sólo dos estados y únicamente indican cuándo la variable detectada rebasa un cierto valor umbral o límite.

2.3.7.4 Sensores de temperatura.

- a) **Termocupla:** Las termocuplas son los sensores de temperatura más común utilizadas industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente) como se muestra en la figura 2.19. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño del orden de los milivoltios aumenta o disminuye al variar la temperatura.¹³

Por ejemplo, una termocupla "tipo J" está hecha con un alambre de hierro y otro de constatan (aleación de cobre y níquel). Al colocar la unión de estos metales a una temperatura de 750 °C, debe aparecer en los extremos 42.2 milivolts.

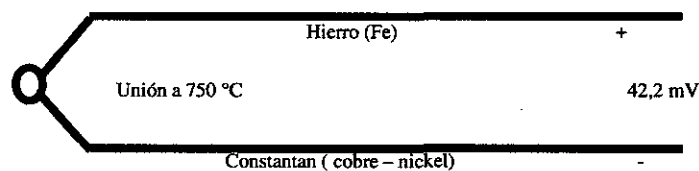


Figura 2.19. Esquema de una termocupla tipo J. (Fuente: Elaboración propia).

¹³Termocuplas (2004), Departamento de Ingeniería Electrónica EPS, recuperado de http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/LSED/2003-04/0.Sens_Temp/Clasify/Termocuplas.htm

Estos dispositivos suelen ir encapsulados en vainas, para protegerlos de las condiciones extremas en ocasiones del proceso industrial que tratan de ayudar a controlar, por ejemplo suele utilizarse acero inoxidable para la vaina, de manera que en un extremo está la unión y en el otro el terminal eléctrico de los cables, protegido adentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

Linealización.

La dependencia entre el voltaje entregado por la termocupla y la temperatura no es lineal, es deber del instrumento electrónico destinado a mostrar la lectura (en este proyecto PLC) efectuar la linealización, es decir tomar el voltaje de la termocupla que se encuentra en contacto con el molde, y reflejar a la temperatura correspondiente.

- b) **PT100:** Es un sensor que por lo general tiene tres hilos. Se emplea para rangos de hasta 400°C y su precisión es mucho mayor a la de una termocupla (+/- 0.3°C vs +/-1.5°C). Por lo general su precio es dos veces el de una termocupla equivalente.

Por lo tanto los sensores serán elegidos de acuerdo al diseño de los controladores, y otros factores como disponibilidad en el mercado, costo y ambiente de trabajo.

2.3.8 Controlador lógico programable (PLC).

Un controlador lógico programable (PLC), por sus siglas en inglés se define como un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de configuración de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas para el control de máquinas y procesos. Los dispositivos de entrada y los dispositivos de salida, que están bajo control, se conectan

al PLC; de esta manera el controlador monitorea las entradas y salidas de acuerdo con el programa diseñado por él operador para el PLC y que este conserva en memoria, y de esta manera se controla una máquina o un proceso.

Los PLCs tiene la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a cablear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta con que él operador digite en el mismo PLC o un computador las instrucciones correspondientes. Esto permite contar con un sistema flexible mediante el cual es posible controlar sistemas muy diversos entre sí.

2.3.8.1 Características del PLC.

Si bien los PLC son similares a las computadoras, tiene características específicas que permiten su empleo como controladores, estas son:

- Son robusto y están diseñados para resistir vibraciones, temperatura, humedad y ruido.
- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador.
- Es muy fácil programarlo, así como entender el lenguaje de programación. La programación básicamente consiste en operaciones de lógica y conmutación.

Los PLC fueron concebidos en 1968. Hoy día su empleo está muy generalizado, habiendo una gran variedad de ellos, desde pequeñas unidades autónomas que cuentan quizás con apenas 20 entradas y salidas, hasta sistemas modulares para manejar grandes cantidades de entradas/salidas digitales y analógicas y llevar a cabo modos de control proporcional , integrador derivador o ambas PID.



Figura 2.20. PLC Direct Logic 05. (Fuente: Automation Direct (2013). PLC Direct 05 LOGIC)

2.3.8.2 Programación de un PLC.

La forma básica de programación más común en los PLC, es la programación de escalera, se edita el código de un programa como si fueran los peldaños de una escalera. En cada peldaño se especifica, por ejemplo, la revisión de los interruptores (entradas) si están cerrados o abiertos, se proporciona energía aun solenoide (salida), temporizadores, memorias, etc.

La programación de un PLC mediante diagramas de escalera consiste en la elaboración de un programa de manera similar a como se dibuja un circuito de contactos eléctricos. El diagrama de escalera consta de dos líneas verticales que representan las líneas de alimentación. Los circuitos se disponen como líneas horizontales, es decir, como si fueran los peldaños de una escalera, sujeto entre las dos líneas verticales.

2.3.9 Sistemas de control.

2.3.9.1 Definiciones básicas.

Sistema: Es la combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo.

Variable de entrada: Es una variable del sistema tal que una modificación de su magnitud o condición puede alterar el estado del sistema.

Variable de salida: Es una variable del sistema cuya magnitud o condición se mide.

Perturbación: Es una señal que tiende a afectar el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se la denomina interna, mientras que una perturbación externa se genera fuera del sistema y constituye una entrada.

Sistemas de control: Sistema de control es el conjunto de dispositivos que actúan juntos para lograr un objetivo de control.

En años recientes, los sistemas de control han asumido un papel cada vez más importante en el desarrollo y avance de la civilización moderna y la tecnología. Los sistemas de control se encuentran en gran cantidad en todos los sectores de la industria, tales como control de calidad de los productos manufacturados, líneas de ensamble automático, control de máquinas herramientas, tecnología espacial y sistemas de armas, sistemas de potencia, robótica y muchos otros. En la figura 2.21 se muestra los elementos de un sistema de control.

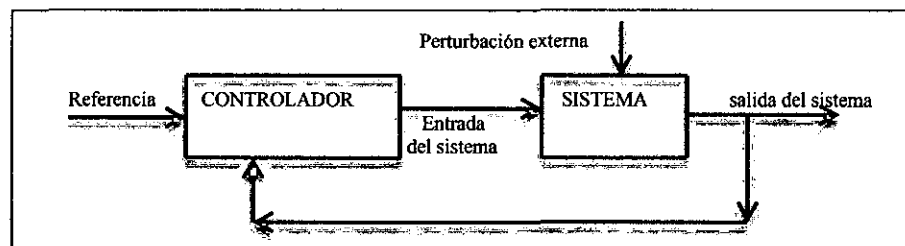


Figura 2.21. Esquema de los elementos de un sistema de control.

2.3.9.2 Clasificación de los sistemas de control.

Existen dos tipos básicos de sistemas de control: El lazo abierto y el lazo cerrado.

a) Sistemas de control en lazo abierto

Aquellos en los que la variable de salida (variable controlada) no tiene efecto sobre la acción de control (variable de control). Un esquema general de este tipo de control se muestra en la figura 2.21.

Características.

- No se compara la variable de salida del sistema con el valor deseado de la variable del sistema (referencia).
- Para cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fijada.
- La exactitud de la salida del sistema depende de la calibración del controlador.
- En presencia de perturbaciones estos sistemas de control no cumplen su función adecuadamente.

Los sistemas de control en lazo abierto tienen la ventaja de ser relativamente sencillos es un control secuencial, en el que no hay una regulación de variables sino que se realizan una serie de operaciones de una manera determinada, por lo que su costo es bajo y en general su confiabilidad es buena. Sin embargo, con frecuencia son imprecisos debido a que no hay corrección de errores.

b) Sistemas de control de lazo cerrado.

Aquellos en los que la señal de salida del sistema (variable controlada) tiene efecto directo sobre la acción de control (variable de control), como se muestra en la figura 2.22.

Lo que hace falta en el sistema de control en lazo abierto para que sea más exacto y más aceptable en una conexión o realimentación desde la salida hacia la entrada del sistema. Para obtener un control más exacto, la señal controlada debe ser realimentada y comparada con la entrada de referencia, y se debe enviar una señal actuante proporcional a la diferencia de la entrada y la salida a través del sistema para corregir el error.

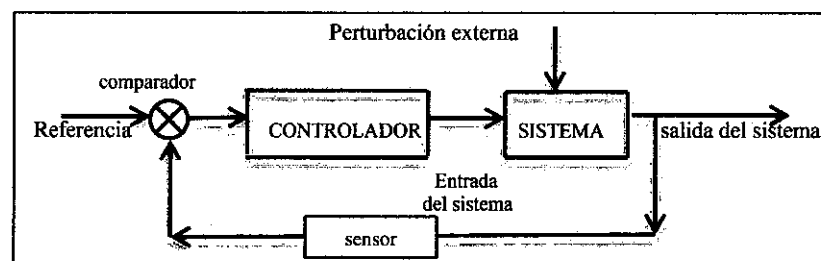


Figura 2.22. Sistema de control de lazo cerrado.

Elementos básicos de un sistema en lazo cerrado.

En la figura 2.23 se presenta un esquema de control lazo cerrado donde se muestra los elementos que a continuación se describe.

- **Elementos de comparación:** Compara el valor deseado o de referencia de la condición variable que se controla con el valor medido del que se produce y genera una señal de error. Se le puede considerar como un sumador que añade la señal de referencia positiva, a la señal del valor medido, que en este caso es negativa:

- **Elemento de control:** El plan de control que el elemento podría consistir en entregar una señal que encienda o apague un dispositivo al producir un error. Las acciones de control pueden ser sistemas cableados, en cuyos caso la acción de control se define de manera permanente por la conexión entre dos elementos; o bien, pueden ser sistemas programables, donde el algoritmo de control se almacena en una unidad de memoria y se puede modificar con una reprogramación.
- **Elemento de corrección:** El elemento de corrección produce un cambio en el proceso a fin de corregir o modificar la condición controlada. Puede ser un interruptor que enciende un calentador para aumentar la temperatura de un proceso.
- **Elemento de proceso:** El proceso es aquello que se está controlando. Puede tratarse por ejemplo de la habitación de una casa cuya temperatura se controla, o bien de un tanque con agua cuyo nivel se controla.
- **Elemento de medición:** El elemento de medición se produce una señal relacionada con el estado de la variable del proceso que se controla, podría tratarse de un interruptor que se enciende cuando se alcanza determinada posición, o bien de un termopar que produce una señal relacionada con la temperatura.

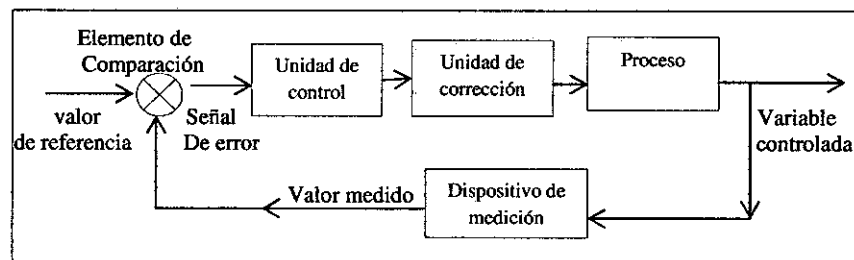


Figura 2.23. Elementos de un sistema de control lazo cerrado.

2.3.10 Transferencia de calor.

El calor es una forma de energía que se transforma en otras y viceversa, al poner en contacto dos cuerpos con diferente temperatura, pasa una cierta cantidad de calor del cuerpo caliente al cuerpo frío por conducción. La energía calorífica absorbida o cedida por un cuerpo es proporcional a la masa (m), a la variación de temperatura que experimenta el cuerpo (ΔT) y a la naturaleza del cuerpo, la expresión para hallar el calor ganado o cedido es¹⁴:

$$Q = mc\Delta T \quad (2.22)$$

En esta ecuación:

- m : Masa del cuerpo.
- c : Calor específico del cuerpo.
- ΔT : Variación de temperatura.

2.3.10.1 Transferencia del calor por convección.

La transferencia de calor por convección se compone de dos mecanismos que operaran simultáneamente. El primero es transferencia de energía generada por el movimiento molecular, es decir el modo conductivo y segundo la transferencia de energía mediante el movimiento microscópico de porciones del fluido que se mueve por acción de una fuerza externa. La razón de transferencia de calor por convección entre una superficie y fluido se calcula por la siguiente fórmula:

$$Q_c = \bar{h}_c \cdot A \cdot \Delta T \quad (2.23)$$

En ella:

- \bar{h}_c : Coeficiente de transferencia de calor por convección promedio a través del área A en $\frac{W}{m^2 K}$.
- ΔT : Variación de temperaturas.

¹⁴ Calorimetría, http://html.rincondelvago.com/calorimetria_1.html

2.3.10.2 Pérdidas de calor:

Las pérdidas de calor a través de las paredes dependen fundamentalmente de las características de aislamiento de los materiales empleados. Las pérdidas por transferencia de calor se realizan por conducción, a través de la pared y por convección y radiación del exterior al ambiente. En la figura 2.24 se representa la transferencia de calor en una pared compuesta en tres capas.

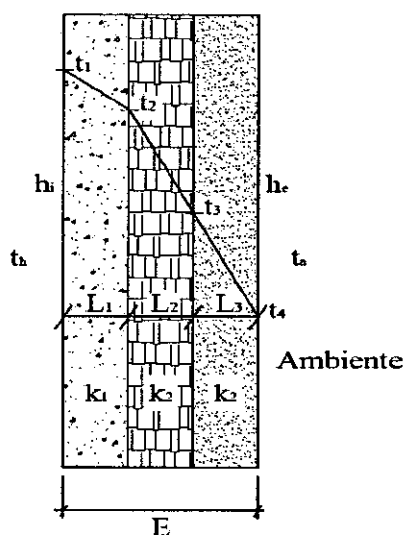


Figura 2.24. Transferencia de calor en una pared de tres capas. (Fuente: Pablo Díaz (2007), Transferencia de calor).

Según Pablo Díaz¹⁵ en su libro transferencia de calor, para hallar las pérdidas de calor en un aislamiento cilíndrico compuesto de tres materiales de conductividad térmica k_1, k_2, k_3 , y radios r_1, r_2, r_3 respectivamente a una temperatura interior t_h , la expresión de pérdida de calor es:

$$P_c = \frac{t_h - t_a}{\frac{1}{h_i A_1} + \frac{\ln(\frac{r_2}{r_1})}{2\pi L k_1} + \frac{\ln(\frac{r_3}{r_2})}{2\pi L k_2} + \frac{\ln(\frac{r_4}{r_3})}{2\pi L k_3} + \frac{1}{h_e A_2}} \quad (2.24)$$

¹⁵ P. Díaz (2007) *Transferencia de calor 4ta edición*, Editorial ISAGRAF SRL.

En ella:

t_h : Temperatura en el interior.

t_a : Temperatura ambiente exterior.

r_1, r_2, r_3, r_4 : Radios de las capas aislantes.

h_i : Coeficiente global por convección en el interior.

h_e : Coeficiente global por convección en el exterior del horno.

2.3.11 Resistencias de calentamiento¹⁶:

El calentamiento por resistencia eléctrica puede ser directo, cuando la corriente eléctrica pasa por las piezas, o indirecto, cuando las piezas se calientan por radiación, convección o una combinación de ambas, procedente de las resistencias propiamente dicha dispuestas en la proximidades de la pieza. El calentamiento por resistencia directa es adecuado para piezas metálicas de gran longitud y sección pequeña y uniforme; en la industria es mucho más frecuente el calentamiento indirecto, dichas resistencias pueden ser:

- Barras, varillas o platinas, dispuestas en las paredes de la cámara.
- Resistencias blindadas, dispuestas en el interior de fundas metálicas de pequeño diámetro con material cerámico de llenado de las fundas metálicas.

Resistencias metálicas.

Los materiales empleados en la fabricación de resistencias en hornos industriales se pueden clasificar en tres grupos.

Aleaciones de base Ni – Cr.

¹⁶ M. Errejon (06-2011) Diseño y construcción de un horno de resistencias de recalentamiento con forma cilíndrica.
<http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/3837/1/DISE%C3%91OYCONSTRUCCIONDEUNHORNODERESISTENCIASDERECALENTAMIENTOCONFORMACILINDRICA.pdf>

Aleaciones de Fe –Cr- Al.

Otros materiales compuestos.

De las aleaciones de Ni – Cr la más utilizadas son las de 80% Ni - 20% Cr, en la tabla 2.4 se muestra la resistividad eléctrica y el coeficiente de resistividad de las aleaciones de Ni - Cr en función de las temperatura.

Tabla 2.4. Resistividad eléctrica y coeficiente de resistividad para diferentes temperaturas de las aleaciones Ni-Cr.

Aleación Ni-Cr	80-20	70-30	60-15	40-20	30-20	20-25
Resistividad eléctrica $\mu\Omega\text{cm}$						
20°C	112	119	113	105	104	95
100°C	113	120	114	108	107	99
200°C	113	122	116	111	111	103
300°C	114	123	118	114	114	107
400°C	115	124	120	117	117	111
500°C	116	125	122	120	120	115
600°C	115	124	121	122	122	118
700°C	114	124	121	124	124	120
800°C	114	124	122	126	126	122
900°C	114	124	123	128	128	124
1000°C	115	124	124	130	130	126
1100°C	116	125	125	132	132	126
1200°C	117	126	--	--	--	--
Coeficiente de resistividad						
20°C	1	1	1	1	1	1
100°C	1.009	1.009	1.009	1.028	1.029	1.042
200°C	1.009	1.025	1.027	1.057	1.067	1.084
300°C	1.018	1.034	1.044	1.086	1.096	1.126
400°C	1.027	1.042	1.062	1.114	1.125	1.168
500°C	1.036	1.05	1.08	1.143	1.154	1.21
600°C	1.027	1.042	1.071	1.162	1.173	1.242
700°C	1.018	1.042	1.071	1.181	1.192	1.263
800°C	1.018	1.042	1.08	1.2	1.211	1.284
900°C	1.018	1.042	1.089	1.219	1.231	1.305
1000°C	1.027	1.042	1.097	1.238	1.25	1.326
1100°C	1.036	1.05	1.115	1.257	1.269	--
1200°C	1.045	1.05	--	--	--	--

(Fuente: M. Errejón (2011), Diseño y construcción de un horno).

2.3.11.1 Cálculo de resistencias metálicas.

Las resistencias eléctricas instaladas se comportan como una carga eléctrica puramente resistiva. Las relaciones entre tensión “V”, la intensidad “I”, la potencia “P” y la resistencia eléctrica a temperatura “ R_t ” se deducen de la ley de ohm.

Las fórmulas generales que permiten calcular las resistencias son:

- Resistencia eléctrica a 20 °C, de longitud 1 cm. y un diámetro “d” en cm.

$$R_{20} = \rho \frac{4L}{\pi d^2} \quad (2.25)$$

Donde ρ es la resistividad en ohm. Cm

- Resistencia eléctrica a temperatura T °C de las resistencias.

$$R_T = C_t \cdot R_{20} \text{ (}\Omega\text{)} \quad (2.26)$$

Donde C_t es el coeficiente de resistividad.

- Superficie radiante (A_c) de las resistencias: para un alambre de diámetro “d” y 1cm de longitud.

$$A_c = \pi \cdot d \cdot 1 \text{ cm}^2 \quad (2.27)$$

- Relación de la superficie radiante sobre resistencia eléctrica a 20°C ($\frac{A_c}{R_{20}}$).

Aplicando las fórmulas de la potencia eléctrica.

$$P = I^2 \cdot R_t \text{ (W)}$$

$$P = A_c \cdot cp \text{ (W)}$$

Se deduce

$$\frac{A_c}{R_{20}} = \frac{P}{R_{20} \cdot cp} = \frac{I^2 R_t}{R_{20} \cdot cp} = \frac{I^2 C_t}{cp} = \frac{P^2 C_t}{V^2 \cdot cp} \left(\frac{\text{cm}^2}{\Omega} \right) \quad (2.28)$$

Donde

cp : Carga específica de la resistencia en $\frac{W}{\text{cm}^2}$.

I : Intensidad de corriente en A.

V : Voltaje.

P : Potencia eléctrica.

Para aleaciones de Ni – Cr el fabricante facilita tablas para el valor de $\frac{A_c}{R_{20}}$ en función de los diferentes diámetros de alambre, en la tabla 2.5 se muestra la relación de $\frac{A_c}{R_{20}}$ para diferentes calibre de diámetro.

Tabla 2.5. Relación de $\frac{A_c}{R_{20}}$ con diferentes calibres de alambre NI-CR.

CALIBRE SWG	DIAMETRO cm	A_c cm^2	R_{20} Ω	A_c/R_{20} cm^2/Ω
2	0.54	1.69646003	0.000324	5235.98776
4	0.519	1.63048659	0.000515	3165.99337
5	0.426	1.33831847	0.000647	2068.49841
6	0.412	1.29433617	0.00082	1578.45875
7	0.367	1.1529645	0.001033	1116.13214
8	0.326	1.02415921	0.001302	786.604612
9	0.291	0.91420346	0.001643	556.423288
10	0.259	0.8136725	0.002073	392.509647
11	0.23	0.72256631	0.002614	276.421695
12	0.203	0.63774331	0.00328	194.433936
13	0.183	0.57491146	0.00417	137.868455
14	0.163	0.5120796	0.00525	97.5389719
15	0.145	0.45553093	0.00659	69.1245728
16	0.129	0.40526545	0.00833	48.6513148
17	0.115	0.36128316	0.01049	34.4407202
18	0.102	0.32044245	0.01325	24.1843359
19	0.091	0.28588493	0.01669	17.1291151
20	0.081	0.254469	0.02099	12.1233447
21	0.072	0.22619467	0.0264	8.56797997
22	0.064	0.20106193	0.03346	6.00902361
23	0.057	0.17907078	0.04198	4.26562128
24	0.051	0.16022123	0.05314	3.01507763
25	0.046	0.14451326	0.06724	2.14921568
26	0.0404	0.12692034	0.085	1.49318051
27	0.0361	0.11341149	0.107	1.05992051
28	0.032	0.10053096	0.135	0.74467381

(Fuente: M. Errejon (2011). Diseño y construcción de un horno).

CAPÍTULO III

DISEÑO MECÁNICO E HIDRÁULICO DE LA MÁQUINA.

3.1 DISEÑO MECÁNICO.

En esta sección se realizó el diseño mecánico de las piezas que conforman la estructura de la máquina hidráulica automática planchadora de sombreros, se hizo el diseño de los ejes, cilindros, conos seleccionando el material más adecuado analizando sus propiedades físicas.

3.1.1 Parámetros de diseño.

Son los valores que determinarán la geometría de la máquina, pueden ser parámetros numéricos (longitud, diámetro) o geométricos (tangente, paralelo, concéntrico, horizontal, vertical, etc.). En el diseño de la máquina se aplicará los criterios para determinar los esfuerzos y cargas admisibles en los componentes dependiendo del material seleccionado y factor de seguridad.

a) Esfuerzo admisibles.

Para muchas estructuras es importante que el material permanezca dentro del intervalo linealmente elástico, para evitar deformaciones permanentes cuando se quiten las cargas. En estas condiciones se establece el factor de seguridad con respecto al esfuerzo de fluencia se obtienen un esfuerzo admisible. De este modo:

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{\text{Resistencia de fluencia}}{\text{Factor de Seguridad}}$$

o bien, para tensión y corte respectivamente:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{FS_1} \text{ y } \sigma_{adm} = \frac{\tau_y}{FS_2}$$

Donde:

σ_y : Esfuerzo de fluencia.

τ_y : Esfuerzo cortante en fluencia.

FS_1 y FS_2 : Factores de seguridad correspondientes.

b) Factor de seguridad.

El término factor de seguridad se aplica al factor utilizado para evaluar la condición segura de un elemento, considerando que un elemento mecánico está sometido a la acción de una fuerza, un momento flector, un momento de torsión, o a una combinación de ellos. Cualquier variación de estas cargas podrían aumentar las deformaciones de modo permanente dejando al elemento fuera de la función para lo que fue diseñado o incluso llegando a romperse.

Este factor de seguridad depende de las condiciones de carga estática o dinámica a los que están sometidos los elementos. El factor de seguridad (FS) está expresado por:

$$FS = \frac{\sigma_u}{\sigma_o} \quad (3.1)$$

σ_u : Esfuerzo último de fluencia.

σ_o : Esfuerzo inicial o de trabajo.

Estructuras estáticas. Para materiales dúctiles con alto grado de confianza en el conocimiento de las propiedades del material, resulta adecuado en el análisis de tensión un factor de seguridad $FS = 2$, para materiales frágiles con alto grado de confianza en el conocimiento de operación se suele utilizar un factor de $FS = 3$

3.1.2 Requerimientos que debe de cumplir la máquina.

La máquina hidráulica automática planchadora de sombreros debe cumplir el propósito de planchar y prensar los sombreros uniformemente por toda la superficie de modo que garantice una uniformidad en su calidad. Entonces para proporcionar la presión necesaria durante el planchado del sombrero la máquina más adecuada es una prensa, que puede ser accionada hidráulicamente y controlada, a través de elementos eléctricos y electrónicos. Para realizar el planchado de los sombreros se necesita que la máquina cumpla con ciertos requisitos:

- La máquina debe de estar animada de dos movimientos. El primero está destinado al planchado del ala y el segundo a la copa del sombrero.
- La presión del planchado del ala y de la copa debe de ser constante y controlable, durante el proceso de prensado.
- Debe de ser de fácil operación y tener seguridad para el operador.

De acuerdo a los antecedentes de máquinas para el planchado de sombreros, en la figura 3.1 se muestra la vista de perfil del modelo mecánico de la máquina con sus partes y características principales, que a continuación se describe.

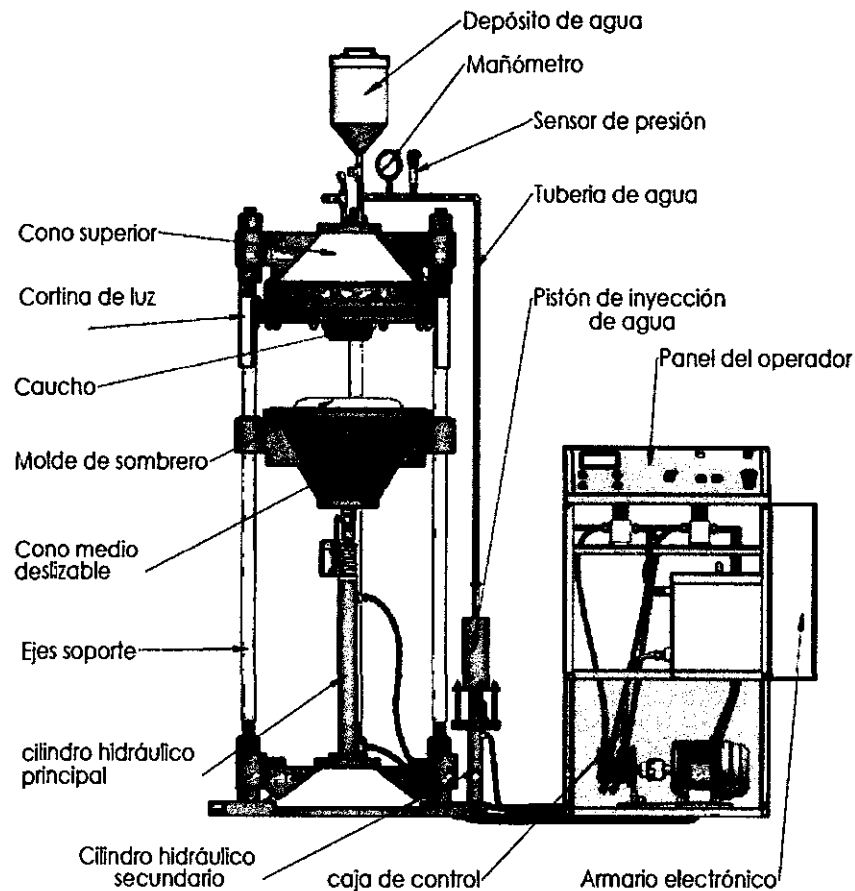


Figura 3.1. Modelo mecánico de la máquina. (Fuente: Elaboración propia)

- a) **Cono superior.** Tiene la forma y la capacidad necesaria que permita almacenar agua a presión inyectada por un tubería, soportar la presión de planchado de la copa. Su función será contener el agua a presión que permita inflar el caucho y lograr planchar la copa del sombrero; el caucho es el elemento plano con una protuberancia cilíndrica en el centro, que encajará en la copa del sombrero, es de un material flexible para poder ser inflado con agua, para obtener una mayor resistencia y obtener mejor suavidad en el ala del sombrero se deberá utilizar una sección circular de cuero; tanto el caucho como el cuero deben de ser unidos al cono por dos bridas que actuarán como tapa del cono.

- b) **Cono medio deslizante.** En este cono se colocará el molde matriz del sombrero, el cual debe de ser calentado a una temperatura comprendida en 110 - 120 °C; el cono se desplaza verticalmente por acción del cilindro hidráulico principal para realizar el planchado del ala del sombrero y facilitar la puesta y retiro del sombrero; este cono está alineado con el cono superior e inferior por medio de los tres ejes, que actúan como correderas.
- c) **Cono inferior.** Es la base de la máquina, en este cono se ancla el cilindro hidráulico principal que elevará al cono central, el cono base debe de estar alineado con el cono central y cono superior por sus extensiones donde se ubicarán los ejes.
- d) **Ejes soporte.** Tienen la finalidad de centrar las tres partes anteriormente descritas (cono superior, central e inferior). Son tres los ejes soportes, con sus extremos roscados con la finalidad de ensamblar de forma fija los conos superior e inferior, y permitiendo que el cono central se deslice. Estos ejes son una parte fundamental de la máquina porque soportarán las fuerzas durante el planchado.
- e) **Caja de control.** Está separada de la estructura de la prensa y tiene la capacidad para contener los elementos del sistema hidráulico, como son: bomba hidráulica, motor eléctrico, electroválvulas, mangueras y reservorio de aceite; así mismo los dispositivos eléctricos electrónicos como: guardamotor, interruptor electromagnético, interruptores, relés, PCL, módulo analógico, fuente de alimentación, etc.
- f) **Sistema hidráulico.** Este sistema proporciona la fuerza necesaria para planchar el ala y la copa del sombrero; cuenta con los

elementos hidráulicos necesarios que permitan generar la presión de planchado y su posible control de acuerdo a los rangos de presión.

3.1.3 Determinación de cargas.

Las cargas se determinan de acuerdo a las presiones de trabajo para el planchado de sombreros, se determinó que las presiones adecuadas están en el orden de 15 - 20 psi para el planchado del ala y de 25 - 30 psi en la copa del sombrero. Estos valores fueron obtenidos experimentalmente con una máquina hidráulica tomando en cuenta las sugerencias de las artesanas del caserío Pedregal Chico – Catacaos, donde la inspección visual y el tacto determinaron si el sombrero estaba bien planchado, en consecuencia el rango de presión adecuado se determinó en base a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas que se presentan en el anexo N°: 17

Las presiones anteriores generan fuerzas que actúan en cada eje y presión en los cilindros y conos. Así tenemos:

- Fuerza de tracción en ejes.
- Fuerzas cortantes en el pasador del cono medio.
- Fuerzas de tracción en tuercas.
- Pandeo en vástago de cilindros hidráulicos.
- Presión interna de los cilindros hidráulicos.

3.1.4 Diseño de los elementos mecánicos.

Cálculo de la fuerza de trabajo: La máxima presión que debe soportar la máquina es de 30 psi, esta presión generará la mayor fuerza sobre el área de planchado de 57 cm de diámetro del jebe; para el planchado del ala la presión máxima requerida es de 20 psi que actúa sobre la misma área del molde del sombrero, entonces la fuerza máxima de trabajo es:

$$\begin{aligned}
\text{Presión máxima de planchado en copa (P)} &: 30 \text{ psi} = 2.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \\
\text{Diámetro del área de planchado (d)} &: 570 \text{ mm} = 57 \text{ cm} \\
\text{Área de planchado (A}_m\text{)} &: \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} 57^2 \text{ cm}^2
\end{aligned}$$

$$A_m = 2,552 \text{ cm}^2$$

$$p = P * A; \text{ p es la fuerza}$$

$$p = 2.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 2,552 \text{ cm}^2$$

$$p = 5,358.7 \text{ Kg.}$$

p: Carga axial sobre el eje

Aplicando un *FS* de 2 la fuerza máxima de trabajo es de: $p = 10,717.4 \text{ Kg}$, para el diseño se considera que esta fuerza se distribuye entre los tres ejes, entonces la carga axial máxima p_{max} que un eje debe soportar es de:

$$p_{max} = \frac{10,717.4}{3} = 3,572.5 \text{ Kg.}$$

3.1.4.1 Diseño de los ejes soporte de la máquina.

Para el diseño de los tres ejes se ha seleccionado el acero SAE 1040 cuyo esfuerzo de fluencia es:

$$\sigma_y = 40 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} = 4,000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Cada eje es de sección circular y tiene el comportamiento de un elemento sometido a tracción, el esfuerzo de tracción que soporta cada eje está dado por la ecuación 2.9.

$$\sigma_x = \frac{p_{max}}{A}$$

p_{max} : Carga axial en el eje (3,572.5 Kg)

A : Área de la sección transversal del eje $A = \frac{\pi}{4} d^2$

Para el cálculo se seleccionó un eje de diámetro $d = 4.5$ cm, roscados en sus extremos para poder ensamblarlo a los conos; se tomó el área de la rosca para analizar los esfuerzo a tensión, porque es la sección más crítica del eje. Así para un diámetro de 45mm del eje la rosca estándar más cercana es de $1\frac{3}{4}$, Rosca Unificada de paso Normal (UNC) con área de tracción de:

$$A_t = 1.8995 \text{ pulg}^2 = 12.25 \text{ cm}^2$$

El esfuerzo de tensión (σ_x) de cada eje es:

$$\sigma_x = \frac{3,572.5}{12.25} = 291.6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Al compararlo con el esfuerzo de fluencia del material, tenemos un factor de seguridad de 14.

$$FS = \frac{4000}{291.6} = 14$$

La deformación que sufrirá cada eje por acción de la fuerza de trabajo se calcula por la siguiente relación.

$$\delta = \frac{pl}{AE}$$

En ella,

p : Fuerza axial máxima (3,572.5 Kg).

l : Longitud axial del elemento antes de aplicar la carga (140 cm).

A : Área de la sección transversal ($A = \frac{\pi D^2}{4} = 15.9 \text{ cm}^2$).

D : Diámetro del eje.

E : Módulo de elasticidad del acero ($E = 2.1 * 10^6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$)

$$\delta = \frac{3,572.4 \times 140}{15.9 \times 2.1 \times 10^6} = 0.015 \text{ cm} = 0.15 \text{ mm}$$

Al actuar la carga máxima de trabajo el eje se deformará 0.15 mm; en la figura 3.2 se muestra la vista principal del eje donde la longitud efectiva de pandeo es de 1400 mm.

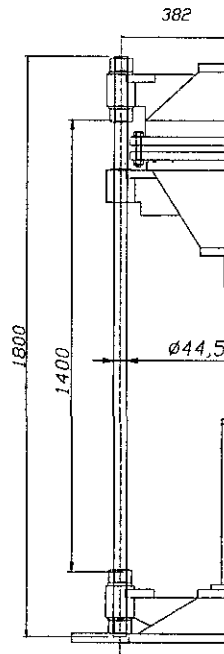


Figura 3.2. Ubicación del eje en la máquina, respecto al centro.
(Fuente: Elaboración propia).

Diseño de las roscas en los ejes.

Para el diseño de las rosca del eje se eligió una rosca unificada de paso normal (UNC) de $1\frac{3}{4}$ de pulgada, anexo N° 04.

Material SAE 1040, esfuerzo de fluencia $\sigma_y = 4,000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

diámetro mayor(d) = 1.75" = 44.45 mm

diámetro raíz(d_r) = 1.4902" = 37.85 mm

altura de la rosca(h) = $\frac{44.45 - 37.85}{2} = 3.3 \text{ mm}$

hilos por pulgada(N) = 5

$$\text{paso}(s) = \frac{1"}{5} = 0.2" = 5.08\text{mm}$$

$$\text{diámetro medio}(d_m) = d - \frac{0.649519}{N}$$

$$d_m = 1.75 - \frac{0.649519}{5} = 1.62" = 41.2\text{ mm}$$

Para roscas sometidas a cargas axiales el esfuerzo cortante transversal (σ) se calcula por la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{p}{2\pi n r_m b} \quad (3.2)$$

p : Carga axial aplicada a la rosca, será la carga de trabajo dividida entre tres (p_{max})

$$p_{max} = \frac{10,717.4}{3} = 3,572.5\text{ Kg.}$$

n : Número de vueltas de la rosca sometida a carga.

$$n = \frac{\text{altura de la tuerca}}{\text{paso}} = \frac{3,6\text{ cm}}{0.508\text{ cm}} = 7$$

r_m : Radio medio.

$$r_m = \frac{d_m}{2} = \frac{41.2}{2} = 20.6\text{ mm}$$

b : Longitud de paso (5.08 mm)

$$\sigma = \frac{3,572.4}{2\pi \times 7 \times 20.6 \times 5.08}$$

$$\sigma = 77.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Según este análisis el $\sigma \leq \sigma_y$, por lo tanto la rosca resistirá a la fuerza de trabajo.

El esfuerzo de flexión (σ_b) en la rosca se calcula por la siguiente fórmula:

$$\sigma_b = \frac{3.p.h}{2.\pi.n.r_m.b^2} \quad (3.3)$$

$$\sigma_b = \frac{3 \times 3,572.5 \times 0.33}{2\pi \times 7 \times 2.06 \times 0.508^2} = 151.3 \frac{kg}{cm^2}$$

Se observa que el esfuerzo a flexión $\sigma_b < \sigma_y$, por tanto las roscas del eje no sufrirán flexión, y garantizarán un buen ajuste y soporte de los conos.

3.1.4.2 Diseño del cilindro hidráulico principal.

a) Diseño del espesor de la pared.

Material: Para el cilindro principal se seleccionó un tubo de acero medio en carbono sin costura célula 40 ASTM 53, tomado del anexo N° 07 cuyo límite de fluencia es de:

$$S_y = 35 \text{ Ksi} = 2,465 \frac{Kg}{cm^2}$$

Diámetro nominal 50 mm.

$d_e = 60.3mm$; Diámetro externo.

$e = 3.91mm$; Espesor.

$$d_i = d_{\text{externo}} - 2e = 60.3 - 2 * 3.91 = 52.3 \text{ mm}^{17}.$$

$$A_{cp} = \frac{\pi}{4} d_i^2 cm^2 = 21.48 \text{ cm}^2; \text{ es el área interna del cilindro.}$$

Datos de diseño.

Presión de planchado del ala del sombrero: La presión máxima requerida para el planchado en el ala del sombrero es de 20 psi,

¹⁷ Datos tomado de, <http://es.scribd.com/doc/75246383/Tabla-de-Medidas-Tubos-de-Acero>

sobre el área de planchado que es el área de la sección transversal del molde $2,290 \text{ cm}^2$ (calculado en la sección 3.1.4).

$$P = 20 \text{ psi} = 1.4 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_m = 2,290 \text{ cm}^2$$

La fuerza en el cilindro principal (F_{cp}) se halló despejando la fuerza de la ecuación 2.13.

$$F_{cp} = P \cdot A$$

$$F_{cp} = 1.4 * 2,290 = 3,206 \text{ Kg}$$

Presión en el cilindro (P_{cp}).

$$P_{cp} = \frac{F_{cp}}{A_{cp}}$$

A_{cp} : Área del cilindro principal, es la sección transversal interna del cilindro principal ($d_i = 52.3 \text{ mm}$).

$$A_{cp} = \frac{\pi}{4} d_{interno}^2$$

$$A_{cp} = 21.48 \text{ cm}^2$$

$$P_{cp} = \frac{3,206}{21.48} = 149.25 \approx 150 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Tipo de pared del cilindro.

Para saber qué tipo de pared tiene el cilindro se emplea la relación $\frac{d}{e} \geq 10$ donde “d” es el diámetro interno del cilindro y “e” el espesor de la pared, si esta relación resulta verdadera el cilindro es de pared delgada caso contrario es de pared gruesa:

$$\frac{d}{e} = \frac{52.3}{3.91} = 13.38; \text{ cilindro de pared delgada.}$$

La relación tiene un valor mayor de 10, por lo tanto se trata de un cilindro de pared delgada y están sometidas a esfuerzos de tensión (σ_t).

$$\sigma_t = \frac{P \cdot d}{2 \cdot e} \quad (3.4)$$

Donde:

P : Presión interna del cilindro hidráulico ($P_{cp}=150 \frac{cm}{cm^2}$)

d : Diámetro interno ($d = 52.3 \text{ mm}$) y

e : Espesor de la pared ($e = 3.91 \text{ mm}$).

$$\sigma_t = \frac{150 \times 5.23}{2 \times 0.391} = 1003.2 \frac{Kg}{cm^2}$$

Este esfuerzo de tensión obtenido es menor que el límite de fluencia del material, por lo tanto nos asegura su funcionamiento con un factor de seguridad de 2.5

$$FS = \frac{S_y}{\sigma_t} = \frac{2,465}{1,003.2} = 2.5$$

b) Diseño del vástago.

Para el diseño del vástago primero se determina si el vástago estará sometido a pandeo, si la siguiente relación es verdadera entonces el vástago estará sometido a pandeo.

$$\frac{Le}{r} \geq 40, \text{ donde } Le \text{ es la longitud sometida a pandeo.}$$

Datos para el diseño, tomados del modelo mecánico anexo N°: 03.

Le : Longitud del vástago sometida a pandeo ($496\text{mm} = 49.6 \text{ cm}$).

d : Diámetro del vástago ($d = 1\frac{1}{4}'' = 31.75mm = 3.175cm$)

A_{vp} : Área de la sección transversal ($A_{vp} = \frac{\pi}{4} 3.175^2 = 7.92 cm^2$)

r : Radio de giro de la sección del vástago.

$$r = \frac{d}{4} = \frac{3.175}{4} = 0.79cm$$

Entonces:

$$\frac{Le}{r} = \frac{49.6}{0.79} = 62.8 \geq 40$$

Por lo tanto es vástago estará sometido pandeo, para calcular la carga límite de pandeo se utiliza la fórmula de Euler (2.6).

$$p = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

Material: Se seleccionó acero SAE 1045 endurecido por inducción, por ser un material de alta resistencia cuyo límite de resistencia es:

$$s_y = 4000 \frac{kg}{cm^2}$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$$

La inercia y longitud efectiva de este elemento es:

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 = \frac{\pi}{64} 3.175^4 = 4.99cm^4$$

$$L = k \cdot Le = 0.7 \times 49.6 = 34.7cm;$$

El valor de K según la figura 2.5, es de 0.7 para un extremo empotrado y el otro extremo fijo. La carga de pandeo " p " del vástago está dada por la ecuación 2.4.

$$p = \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 4.99}{34.7^2} = 85,894 Kg.$$

La fuerza máxima que puede soportar el vástago sin que sufra pandeo viene dada por la expresión $F_{max} = \frac{p}{FS}$, donde $FS = 3.5$ según la sección (2.3.6)

$$F_{max} = \frac{85,894}{3.5} = 24,541 \text{ Kg.}$$

Al comparar los resultados observamos que la fuerza que soporta el vástago $F_{max} = 24,541 \text{ Kg}$ es mayor que la fuerza del cilindro hidráulico principal $F_{cp} = 3,206 \text{ Kg}$, con un factor de seguridad de 7.6 por lo tanto el vástago no se pandeará.

$$FS = \frac{24,541}{3,206} = 7.6$$

c) Cálculo del esfuerzo de compresión en el vástago.

El esfuerzo de compresión del vástago se calculó con la carga axial (fuerza del cilindro principal del vástago F_{cp}) entre su sección transversal (A_{vp})

$$\sigma_c = \frac{F}{A_{vp}}$$

$$\sigma_c = \frac{3206}{7.92} = 404.79 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F.S = \frac{\sigma_y}{\sigma_c} = \frac{4,000}{404.79} = 9.88$$

El vástago del cilindro hidráulico principal actuará con un factor de seguridad de 9.8, lo que garantiza una seguridad de operación. En la figura 3.3 se muestra al cilindro principal en 3D diseñado en Solidworks, con sus respectivos elementos internos.

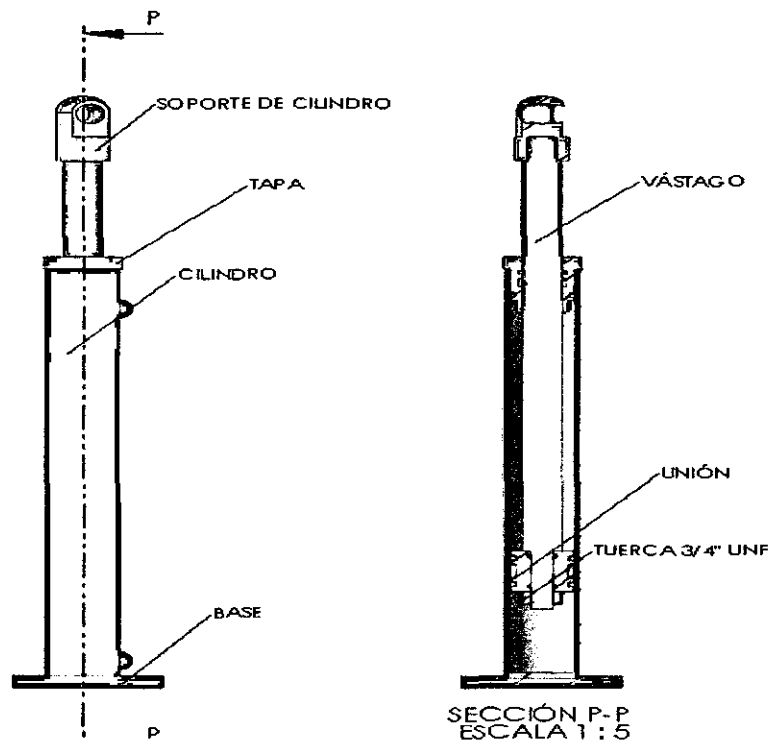


Figura 3.3. Cilindro hidráulico principal (Fuente: Elaboración propia).

3.1.4.3 Diseño del sistema secundario.

Este sistema proporciona la presión y fuerza para el planchado de la copa del sombrero, está compuesto por el cilindro hidráulico secundario, pistón de empuje de agua, cono superior y tubería. El cono superior contiene agua que es alimentada y regulada por un depósito que se encuentra ubicado en la parte superior del mismo, este último tendrá una válvula de bola que permitirá dosificar la cantidad de agua contenida en el cono y poder aliviar o aumentar la presión de planchado, la fuerza para el planchado de la copa es generada por el pistón de empuje que inyectará agua al cono superior para el inflado del caucho.

a) Presión de planchado de la copa del sombrero.

La presión máxima en el caucho para realizar el planchado de la copa y el ala del sombrero es de 30 psi.

$$Presión = 30 \text{ psi} = 2.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Como la presión se distribuye uniformemente sobre una superficie, entonces el área efectiva del caucho es:

$$\text{Área del tetón} = \frac{\pi}{4} d_e^2$$

Donde

d_e : Diámetro del caucho sometido a presión ($d_e = 57\text{cm}$)

$$\text{Area del tetón} = \frac{\pi}{4} 57^2$$

$$A = 2,552\text{cm}^2$$

Entonces la fuerza F_{copa} requerida para el planchado de la copa del sombrero es:

$$F_{copa} = P \times A$$

$$F_{copa} = 2.1 \times 2,522 = 5,360 \text{ Kg}$$

3.1.4.4 Diseño del cilindro hidráulico secundario.

El cilindro hidráulico secundario trabajará de forma independiente del cilindro primario, el fluido hidráulico de cada cilindro es impulsado por la misma bomba. El cilindro secundario impulsa el agua a través del pistón de agua de tal forma que se obtenga la fuerza de planchado en la copa del sombrero de 5,360 Kg.

Para determinar la fuerza que debe de aplicar el cilindro hidráulico secundario se aplica la relación del principio de Pascal, en la figura 3.4 muestra el sistema secundario de la máquina donde se observa que la presión es la misma en el interior del cono, tuberías y pistón de inyección de agua.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (3.5)$$

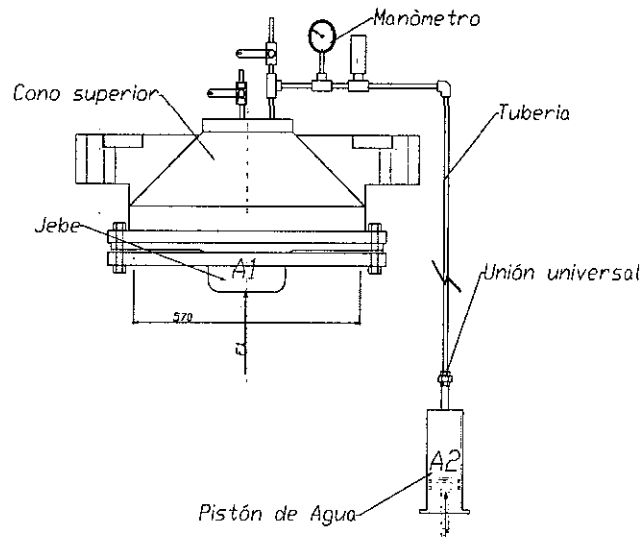


Figura 3.4. Sistema secundario de la máquina. (Fuente: Elaboración propia).

Donde

F_1 : Fuerza de planchado en la copa; a la fuerza obtenida se aplicamos un FS de 3 debido a pérdidas que se presentar en la tubería especialmente en los codos y retenes.

$$F_1 = FS \cdot F_{copa} = 3 \times 5,360 \text{ Kg} = 16,080 \text{ Kg.}$$

A_1 : Área activa de planchado del caucho ($A_1 = 2,552 \text{ cm}^2$)

F_2 : Fuerza del cilindro hidráulico secundario.

A_2 : Área del pistón del pistón de inyección de agua.

El área del pistón de inyección de agua corresponde al diámetro interno, en el anexo N° 09 se especifica que para un tubo de acero inoxidable de diámetro nominal 3 pulgadas y cedula 40 el diámetro interno es de 77.92 mm, considerando una luz de 0.25 mm para el desplazamiento del pistón el diámetro efectivo del pistón es de 77.65 mm, entonces:

$$A_2 = \frac{\pi}{4} d_g^2 = \frac{\pi}{4} 7.76^2 = 47.4 \text{ cm}^2$$

Al despejar F_2 , de la ecuación 2.27 se obtiene la fuerza del cilindro secundario.

$$F_2 = \frac{F_1 * A_2}{A_1}$$

$$F_2 = \frac{16,080 * 47.4}{2,552} = 298.7 \text{ Kg}$$

Selección de material:

Para el cilindro secundario se utilizó un tubo sin costura de acero medio en carbono célula 40 ASTM 53, cuyo valor del límite de fluencia para este material es:

$$S_y = 35 \text{ Ksi} = 2,465 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Diámetro nominal : 40mm

$d_e = 48.3 \text{ mm}$; Diámetro externo del tubo

$e = 3.68 \text{ mm}$; Espesor de la pared

$d_i = d_e - 2 * e$; Diámetro interno.

$$d_i = 48.3 - 2 * 3.68 = 40.94 \text{ mm}.$$

Para el diseño del cilindro secundario se consideró un tubo de diámetro nominal 40 mm, ver anexo N°: 05, el área de la sección interna del tubo que forma el cilindro secundario en cm^2 es,

$$A_{cs} = \frac{\pi}{4} 4.094^2 = 13.16 \text{ cm}^2$$

Con la fuerza F_2 y el área del interna del cilindro hidráulico secundario se halla la presión P_{cs} que debe de soportar el cilindro secundario.

Presión del cilindro hidráulico secundario(P_{cs}).

$$P_{cs} = \frac{F_2}{A_{cs}}$$

$$P_{cs} = \frac{298.7}{13.16} = 22.7 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$P_{cs} = 322.3 \cong 323 \text{ Psi}$$

a) Tipo de pared del cilindro

Para determinar si el cilindro es de pared delgada o gruesa se aplica la siguiente relación $\frac{d}{e} \geq 10$; “**d**” diámetro interno del tubo, si esta relación es verdadera entonces el cilindro es de pared delgada caso contrario es de pared gruesa:

$$\frac{d}{e} = \frac{40.94}{3.68} = 11.13$$

Este valor es mayor que 10, por lo tanto se analizó como un cilindro de pared delgada.

En los cilindros de pared delgada las paredes están sometidas a tensión, según la ecuación 3.4:

$$\sigma_t = \frac{P \cdot d_i}{2 \cdot e}$$

Donde P es la presión del cilindro hidráulico secundario

$$\sigma_t = \frac{22.7 \times 4.094}{2 \times 0.368} = 126.3 \frac{Kg}{cm^2}$$

Se observa que el esfuerzo cortante de la pared del tubo es mucho menor que el esfuerzo de fluencia del material ($\sigma_t < S_y$), entonces la pared del cilindro soportará la presión de trabajo.

b) Diseño del vástago.

Para determinar si el vástago está sometido a pandeo por acción de fuerza axial, se empleó la relación siguiente, que en el caso de ser verdadera, el vástago está sometido a pandeo:

$$\frac{L}{r} \geq 40$$

Donde.

L : Longitud del vástago (206 mm = 20.6 cm)

r : Radio de giro de la sección ($r = \frac{d}{4}$)

d : Diámetro del vástago ($d = 25.4\text{mm} = 2.54 \text{ cm}$)

Datos

$A_{vs} = \frac{\pi}{4} 2.54^2 = 5.06\text{cm}^2$; Área del vástago del cilindro hidráulico secundario.

$$r = \frac{d}{4} = \frac{2.54}{4} = 0.64\text{cm}$$

$$\frac{L}{r} = \frac{20.6}{0.64} = 32.2 \leq 40$$

Como esta relación $\frac{L}{r}$ es menor que 40 el vástago está sometido a compresión simple, entonces para calcular el esfuerzo de compresión (σ_c), se utiliza la ecuación 2.20.

$$\sigma_c = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2}$$

F es la fuerza axial representada por $F_2 = 302.6 \text{ Kg}$ que actúa sobre el eje del vástago del cilindro hidráulico secundario.

$$\sigma_c = \frac{4 \times 302.6}{\pi \times 2.54^2} = 59.7 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Selección del material

Para el vástago del cilindro secundario el material seleccionado es de acero SAE 1045, es un material muy duro cuyo límite de fluencia es de $4000 \frac{kg}{cm^2}$, el cual nos permite obtener un mayor factor de seguridad:

$$s_y = 4000 \frac{kg}{cm^2}$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$$

Al comparar σ_c y s_y , se observa que $\sigma_c < s_y$, por lo tanto el vástago resistirá a la carga axial. Con los cálculos realizados se diseñó el cilindro hidráulico secundario en SolidWorks, figura 3.5 donde se muestra sus elementos.

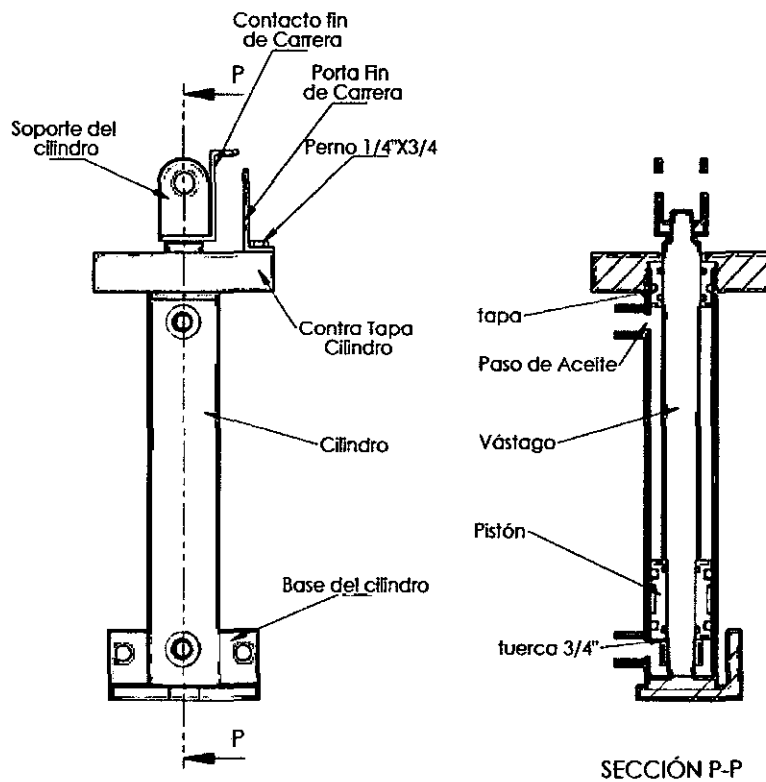


Figura 3.5. Cilindro hidráulico secundario. (Fuente: Elaboración propia).

3.1.4.5 Diseño del cono superior de la máquina.

Consiste en determinar el espesor de las partes que lo conforman, tomando como dato la presión de planchado de la copa del sombrero y de la selección del material. Según la tabla 2.2 la fórmula para determinar el espesor t de la pared del cono es.

$$t = \frac{P \cdot D_i}{2 \cos \alpha (SE - 0.6P)} \quad (3.6)$$

Material: Plancha de acero ASTM A 283, se elige este material por la facilidad de rolado que presenta, como se observa en las características del anexo N°:08,

Datos para el diseño del cono:

$P = 1.1P_0$; P es la presión de diseño y P_0 la presión de trabajo

$$P_0 = 30 \text{ psi}$$

$$P = 1.5 \cdot 30 = 45 \text{ psi.}$$

$D_i = 570 \text{ mm}$; Diámetro inferior interior del cono.

$$D_i = 22.44 \text{ plg}$$

$$S_y = 230 \text{ Mpa} = 33,350 \text{ psi}; \quad 1 \text{ Mpa} = 145 \text{ psi}$$

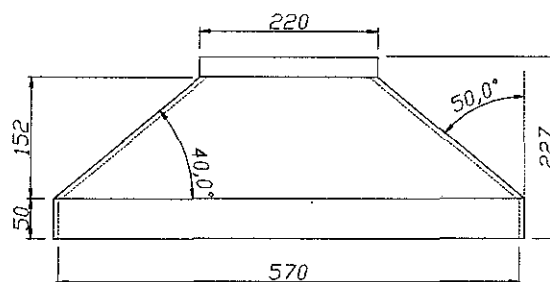


Figura 3.6. Vista de perfil del cono superior de la máquina. (Fuente: Elaboración propia).

Para el diseño según el anexo N°:10 el esfuerzo permisible está en función de la temperatura, para el material seleccionado el esfuerzo permisible es $\sigma_y = 12.7 * 10^3 \text{ psi}$, y las dimensiones del cono se muestran en la figura 3.6

$E = 0.85$; Eficiencia de la junta, soldadura tipo “A” soldadura en ambos lados de la junta.

$\alpha = 50^\circ$, ángulo de inclinación.

Al reemplazar los datos anteriores en la ecuación 3.6 el espesor de la pared es:

$$t = \frac{45 * 22.44}{2 \cos(50) (12,700 * 0.85 - 0.6 * 45)} = 0.0729 \text{ pulg.}$$

A este valor se le suma el espesor por corrosión ($\frac{1}{16} \text{ plg}$), el espesor requerido es:

$$t = 0.0729 + 0.0625 = 0.1354 \text{ pulg} = 3.44 \text{ mm}$$

Presión en el cono.

Con el valor de “t” se calculó la presión que soporta el cilindro, la siguiente ecuación tomada de la tabla 2.2 nos permite determinar la presión en el cono.

$$P_C = \frac{2SET\cos(\alpha)}{D_i + 1.2t\cos(\alpha)} \quad (3.7)$$

$$P_C = \frac{2 * 12,700 * 0.85 * 0.1288\cos(50)}{22.44 + 1.2 * 0.1288\cos(50)}$$

$$P_C = 87.2 \text{ psi}$$

Al analizar se observa que la presión calculada $P_C = 87.2 \text{ psi}$ es mayor que la presión de trabajo $P = 30 \text{ psi}$, con la cual se obtuvo un factor de seguridad de 2.9.

3.1.4.6 Cálculo de los pernos del cono superior.

El cono superior debe tener dos bridas: una superior soldada al cuerpo del cono y la otra unida a la primera a través de pernos, de tal forma que aseguren al caucho y al cuero que actuarán como tapa inferior.

La fuerza total F_t que los pernos deben de sujetar se calculó por la siguiente relación.

$$F_t = cF_e + F_i \quad (3.8)$$

Donde:

F_e : Fuerza externa aplicada sobre el perno.

F_i : Fuerza de precarga del perno antes de que se aplique la carga externa.

c : Constante de rigidez de la unión.

La fuerza exterior aplicada sobre los pernos F_e , es la fuerza producida en el área de planchado, esta fuerza se calculó en la sección 3.1.4.3.

$$F_e = 5,360Kg$$

La fuerza de precarga F_i del perno se calculó por la siguiente relación:

$$F_i = P_c * A_j \quad (3.9)$$

P_c : Presión de aseguramiento del cuero y el jebe ($150 \text{ psi} = 10.56 \frac{Kg}{cm^2}$)

A_j : Área de la junta no confinada que sería desde el diámetro exterior de la brida hasta el diámetro interior del cono.

$$A_j = \left(\frac{D^2 - d^2}{4}\right)\pi^2 \quad (3.10)$$

Donde D y d son los diámetros mayor y menor respectivamente de la junta; D = 70 cm y d = 57 cm.

$$A_j = \left(\frac{70^2 - 57^2}{4} \right) \pi^2 = 1,296.7 \text{ cm}^2$$

Reemplazando estos valores en la ecuación 3.9 la fuerza de precarga es.

$$F_i = 10.56 * 1,296.7 = 13,693 \text{ Kg.}$$

La constante de rigidez de la unión (c), se determina por la relación:

$$c = \frac{Kb}{Kb + Km} \quad (3.11)$$

Donde Kb es la coeficiente de rigidez del perno y Km coeficiente de rigidez del material de la junta.

$$Kb = \frac{A * E}{l} \quad (3.12)$$

A : Área del perno; $A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} 15.875^2 = 1.98 * 10^{-4} \text{ m}^2$ es el área de prueba a tracción del perno de 5/8".

E : Módulo de elasticidad del perno ($E = 206 * 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$)

l : Espesor total de las piezas a sujetar ($l = 67 \text{ mm} = 0.067 \text{ m}$)

$$Kb = \frac{1.98 * 10^{-4} * 206.10^9}{0.067} = 608.78 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Aplicando el mismo procedimiento se calculó Km .

$$Km = \frac{A_j * E_j}{l_j} \quad (3.13)$$

A_j : Área de la junta ($A_j = 1,296.7 \text{ cm}^2 = 0.129 \text{ m}^2$), esta área se le divide ente número de pernos y se le resta el área transversal del perno; por razones de diseño se multiplicó por un factor de 0.1

$$A_j = 0.12967 * 0.1 = 0.013 \text{ m}^2$$

E_j : Módulo de elasticidad el cuero ($E_j = 39.24 * 10^7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$)

l_j : Espesor del cuero ($l = 5 \text{ mm} = 5 * 10^{-3} \text{ m}$)

$$Km = \frac{0.013 * 39.24 * 10^7}{5 * 10^{-3}} = 1,020.2 \frac{N}{m^2}$$

Se eligió como material de la junta al cuero por tener mayor constante de rigidez que la del jebe; con los valores obtenidos de Kb y Km se calculó la constante de rigidez de la junta (c), ecuación 3.11.

$$c = \frac{608.78}{608.78 + 1,020.2} = 0.37$$

Entonces la fuerza total que actuará sobre los pernos en la ecuación 2.30, es:

$$F_t = 0.37 * 5,360 + 13,693 = 15,676.2 \text{ Kg}$$

Número de pernos.

Para determinar el número de pernos primero se elige el tipo de perno.

Perno : De 5/8" grado 5

Carga de prueba (S_p): $S_p = 5,625 \frac{Kg}{cm^2}$

A_p : Área del perno resistente a la tracción, $A_p = 1.458 \text{ cm}^2$.

$$\frac{S_p}{FS} = \frac{F_t}{A_{max}} \quad (3.14)$$

Aplicando un factor de seguridad de 5 el área máxima (A_{max}) despejado de la ecuación (3.14) es:

$$A_{max} = \frac{5 * 15,676.2}{5,625} = 13.94 \text{ cm}^2$$

$$\text{número de pernos} = \frac{A_{max}}{A_p}$$

$$\text{número de pernos} = \frac{13.94}{1.458} = 10$$

Por lo tanto el número de pernos de $\frac{5}{8}$ " que aseguran la unión es de 10 unidades. La figura 3.7 muestra el diseño en SolidWorks del cono superior. Los detalles del diseño se muestran en el anexo N°:03.

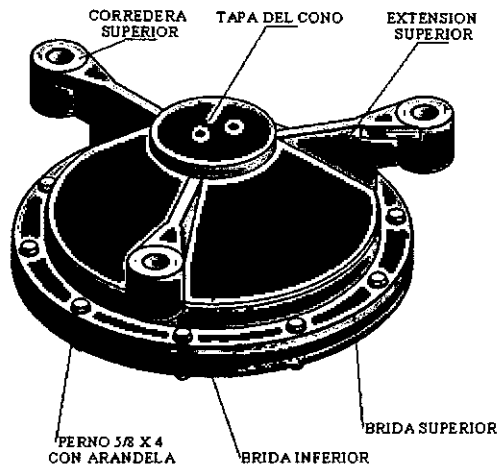


Figura 3.7. Cono superior de la máquina
(Fuente: Elaboración propia).

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA HIDRÁULICO.

En el diseño hidráulico se realizó el cálculo para determinar el caudal de la bomba, dimensionar las tuberías y capacidad del reservorio de aceite, selección de los elementos hidráulicos de control y medida, también se realizó la simulación del funcionamiento circuito hidráulico a través del software FluidSIM Hidraulic de Festo.

3.2.1 Cálculo del caudal de la bomba.

Para el cálculo del caudal necesario del sistema hidráulico de la máquina, se tomó como variables iniciales el diámetro del pistón principal y la velocidad requerida del cilindro hidráulico principal, por ser el cilindro donde se requiere la mayor fuerza. Para determinar el caudal del sistema se aplicó la ecuación 2.12

$$Q = V \cdot A_{cp}$$

Donde

Q: Caudal en $\frac{m^3}{seg}$

V: Velocidad de desplazamiento $\frac{m}{s}$

A_{cp} : Área de la sección interna del cilindro principal.

La velocidad del pistón se determina por la relación $V = \frac{l}{t}$, donde l es la carrera del vástago y t el tiempo que tarda en recorrer esta distancia.

$$l = 325 \text{ mm} = 0.325 \text{ m.}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

La velocidad con que ascenderá el vástago del cilindro será:

$$V = \frac{0.325}{5} = 0.065 \frac{m}{s}$$

$A_{cp} = 21.48 \text{ cm}^2 = 2.15 * 10^{-3} \text{ m}^2$; A_{cp} es la sección interna del cilindro principal, calculada en la sección 3.1.4.2.

Reemplazando estos valores en la ecuación 2.12, el caudal es:

$$Q = 0.065 * 2.15 * 10^{-3} = 1.39 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 1.39 * 10^{-4} \frac{m^3}{s} = 1.39 * 10^{-4} * 10^3 * \frac{60}{3.785} = 2.22 \text{ GPM}$$

El valor del caudal obtenido es la cantidad de fluido necesario para operar los dos cilindros hidráulicos de la máquina hidráulica automática, el caudal comercial más cercano que una bomba desarrolla es de 2.4 GMP, por lo que se ajustará a este valor.

3.2.1.1 Potencia de la bomba.

Obtenido el caudal de la bomba y la presión del cilindro hidráulico principal se procedió a calcular la potencia requerida para el sistema hidráulico de la máquina. La ecuación siguiente permite calcular la potencia de entrada del sistema hidráulico en HP.

$$P = \frac{Q(GPM) \cdot P(Psi)}{1714} (HP) \quad (3.21)$$

$$GPM = 2.4$$

$$psi = 150 \frac{Kg}{cm^2} = 2,130 psi$$

$$P = \frac{2.4 * 2,130}{1714} = 2.9 \approx 3 HP$$

3.2.2 Cálculo de las tuberías para el circuito hidráulico.

a) Diámetro de las tuberías de aspiración.

Para la línea de aspiración la velocidad del fluido según la sección 2.3.6 debe de ser menor de 1.5 m/s. Para determinar el diámetro de la tubería se aplicó la ecuación 2.20.

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi D_t^2}$$

Donde.

$$Q = 2.4 GPM = 1.5 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}, \text{ caudal máximo.}$$

D_t = Diámetro de la tubería.

De la ecuación 2.20 despegando el diámetro **D**.

$$D_t = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 * 1.5 \times 10^{-4}}{\pi * 1.5}} = 0.011 m = 11.2 mm$$

El diámetro interno de la manguera debe de ser mayor a 11.2 mm, teniendo en cuenta que a mayor diámetro la presión disminuye, se selecciona una manguera de medida 8 según norma DIN 20022-1SN, que corresponde a una manguera de 1/2", anexo 10.

Datos de la manguera seleccionada.

Medida = 8mm

$$\text{Diámetro interno} = \frac{1}{2} = 12.7 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro externo} = 20.6 \text{ mm}$$

$$\text{Presión de trabajo} = 2320 \text{ psi}$$

$$\text{Presión de prueba} = 3710 \text{ psi}$$

El área interna en función del diámetro interior de la tubería (A_t) es:

$$A_t = 12.6 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Y la velocidad del fluido:

$$V = \frac{1.5 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{12.6 \times 10^{-5} \text{ m}^2} = 1.19 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Donde se obtiene como resultado una velocidad menor a $1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ como requiere en las líneas de aspiración.

$$V = 1.19 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) Diámetro de las tuberías de impulsión.

La presión en las líneas de impulsión (presión en el cilindro hidráulico principal) es de 2130 psi. Entonces según la sección 2.3.6.9 la velocidad del fluido debe de ser menor a 5 m/s. El diámetro mínimo de la tubería de impulsión calculado es:

$$D_t = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 * 1.5 \times 10^{-4}}{\pi * 5}} = 0.0061 \text{ m} = 6,1 \text{ mm}$$

Por fines comerciales se eligió una manguera de medida 5 según norma DIN 20022 - 1SN

Datos de la manguera seleccionada.

Medida = 5 mm

Diámetro interno = $\frac{5}{16}$ " = 7.9 mm

Diámetro externo = 15 mm

Presión de trabajo = 3115 psi

Presión de prueba = 4927 psi

Presión de rotura = 12,320 psi

$A_t = 0.000049 \text{ m}^2$

Con los datos anteriores, y reemplazando en la ecuación 2.20 la velocidad del fluido es menor de $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, y se obtuvo un factor de seguridad de 5.8

$$V = \frac{1.5 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{4.9 * 10^{-5} \text{m}^2} = 3.06 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Par hallar el factor de seguridad se aplica la relación 2.14:

$$FS = \frac{\text{Presión de rotura}}{\text{Presión en cilindro}}$$

$$FS = \frac{12,320}{2,130} = 5.8$$

c) Diámetro de las tuberías de retorno.

Son las mangueras por donde retornan el aceite hidráulico al tanque de almacenamiento, trabajan a baja presión y son las líneas que llevan el fluido de los cilindros a las electroválvulas y las líneas de las electroválvulas al tanque. Para estas líneas se debe usar mangueras con las mismas características de las mangueras de aspiración.

3.2.3 Diseño del reservorio.

El tanque hidráulico debe cumplir la función de almacenar el fluido que requiere el sistema; se ha diseñado para llevar a cabo un fácil mantenimiento, contiene una tapa y además es desmontable, figura 3.8. En el interior del tanque se debe de recubrir con pintura epóxica, para reducir la oxidación que pueda producirse por la condensación de agua.

Volumen del reservorio.

El volumen del reservorio se diseñó 3 veces el caudal en litros por minuto.

$$Q = 2.4 \text{ GPM} = 9.084 \text{ lt/min}$$

$$V_R = 3 * Q \left(\frac{\text{lt}}{\text{min}} \right)$$

$$V_R = 3 * 9.084 \left(\frac{\text{lt}}{\text{min}} \right)$$

$$V_R = 27.3 \text{ lt} \approx 30 \text{ lt}$$

Dimensiones.

Base = 32 cmx 32 cm

Altura = 30 cm.

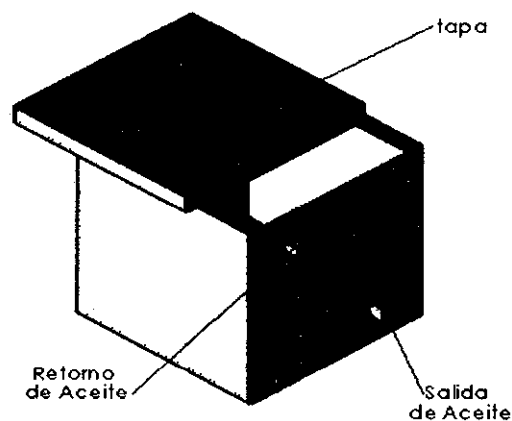


Figura 3.8. Diseño del reservorio en 3D (Fuente: Elaboración propia).

3.2.4 Selección de los elementos de control hidráulico y medida.

Para la selección de los elementos del sistema hidráulico se tomó en cuenta el caudal y la presión calculada del sistema hidráulico.

3.2.4.1 Electroválvula direccional 4/3 vías.

La máquina está diseñada con dos cilindros hidráulicos que serán controlados por dos electroválvulas direccionales biestables (una para cada cilindro respectivamente) con posición neutral para detener al émbolo del cilindro en cualquier punto de su trayecto. La electroválvula seleccionada es una válvula direccional de bloqueo 4/3 vías, con accionamiento por medio de solenoide figura 3.9.

Las características, más destacadas se pueden mencionar: Larga vida útil, altas presiones de operación, altas capacidades de flujo, baja caída de presión, solenoides sumergidos en aceite de rápida respuesta, fácil mantenimiento, solenoide recambiable fácilmente, montaje normalizado.¹⁸ Las características técnicas principales se muestran en la tabla 3.1.

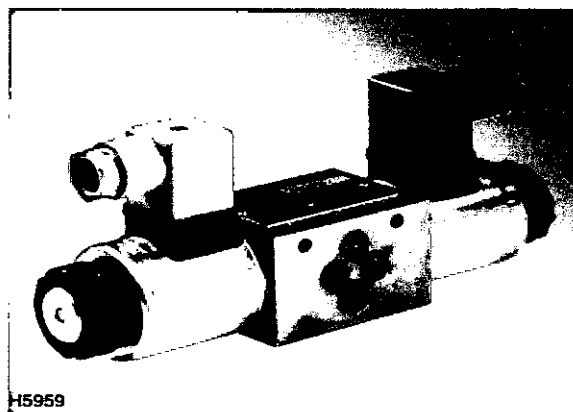


Figura 3.9. Electroválvula direccional 4/3. (Fuente: Rexroth Bosh, catálogo de válvulas direccionales de bloqueo).

¹⁸ Rexroth bosh group, Catálogo de válvulas direccionales de bloqueo de 4/2 y 4/3 vías, recuperado en http://www.boschrexroth.com/RDSearch/rd/r_23193/rs23193_2011-07.pdf

Tabla 3.1. Características principales de la electroválvula.

Parámetro	Descripción	Conexión DC	Conexión AC
Presión de servicio máxima	Conexión P, A, B	350 bar	350 bar
	Conexión T	210 bar	160 bar
Caudal máximo	50 l/min		
Tensión	-	12,24,96,205 V	110, 230 V
Potencia	30W	-	-

Fuente: Rexroth Bosh, catálogo de válvulas direccionales de bloqueo.

3.2.4.2 Manómetro.

Este aparato de medida nos sirve para evaluar la presión y fuerza del actuador para la localización de averías en el sistema. El rango de medida del manómetro debe ser de 0 – 2,130 psi. Que es la presión máxima de la bomba hidráulica. Se conectará en la tubería de inyección de agua por medio de una conexión tipo “T” de 1/8” de diámetro.

3.2.4.3 Selección de bomba.

En la selección de la bomba se consideró el caudal de 2.4 GPM, y la presión de 2,130 psi, datos calculados anteriormente, necesarios para obtener la potencia hidráulica de 3.2 HP para el sistema, además se tomó en cuenta lo siguiente:

- Medio de servicio.
- Rango de presión.
- Temperatura de servicio.
- Viscosidad.

Se selecciona una bomba Livenza de engranajes, por que cumple las características anteriores, y las características generales se detallan en la tabla 3.2

Tabla 3.2. Características de la bomba seleccionada¹⁹

Parámetro	Descripción
Modelo	B1 5
Serie	B1
Caudal(GPM) a 1800 rpm	2.376 GPM
Presión máxima	2610 psi
Desplazamiento teórico	5 cm ³ /rev.

Fuente: Livenza (2005), Catálogo de producto bomba B1.

3.2.4.4 Acoplamiento entre motor y bomba.

Los acoplamientos tienen por función prolongar líneas de transmisión de ejes o conectar tramos de diferentes ejes, estén o no alineados entre sí. El propósito fundamental de los acoplamientos flexibles es transmitir el par de torsión requerido desde el eje impulsor al impulsado y compensar el desalineamiento angular, paralelo o una combinación de ambos.

El acople que se seleccionó es un acoplamiento flexible elástico a torsión, figura 3.10, están diseñados para la transmisión directa del par, las dos mitades congruentes con garras cóncavas en el interior, están desviadas periféricamente en torno a medio paso.²⁰

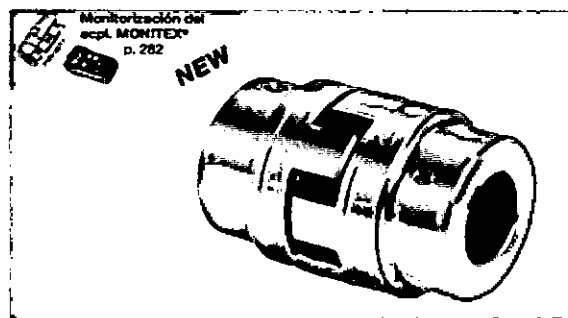


Figura 3.10: Acople flexible. (Fuente: Rotex, acoples elásticos a torsión).

¹⁹ Livenza (07/2005) bomba B1 <http://www.distrtec.com.ar/livenza/pdf/b1.pdf>

²⁰ Rotex (s.f) Acople elástico a torsión, recuperado en <http://www.aguirrezabal.com/archivos/productos/acoplamientos-elasticos/46/SP08-0101-ROTEX.pdf>

3.2.4.5 Filtro de succión.

Para esta aplicación se selecciona un filtro sumergible modelo HF 412-20/ MI060 como el que se muestra en figura 3.11, conectado directamente a la línea de aspiración del circuito para proteger los componentes hidráulicos de las partículas contaminantes. Es de material Nailon reforzado con fondo de acero galvanizado, compatible con aceites minerales y un grado de protección de 60 μ m.



Figura 3.11: Filtro hidráulico de aspiración
(Fuente: IKRON (2011), Catálogo de filtros de succión.²¹)

3.2.5 Simulación del circuito hidráulico.

Para poner en funcionamiento la máquina y obtener las maniobras de los cilindros según el proceso de planchado de sombreros, es necesario contar con un circuito hidráulico que contenga los elementos de control y fuerza, la simulación permite realizar y probar ciertos circuitos hasta obtener el más adecuado. La simulación del sistema hidráulico se hizo a través del software FluidSIM Hidraulic, la disposición de los elementos para la simulación de los actuadores (cilindros hidráulicos, válvulas) se muestra en el esquema de la figura 3.12

²¹Filtros de succión,(05-2011); http://www.hydraulic equipments.net/pdf_ikron/HF-410-03-T-I.pdf

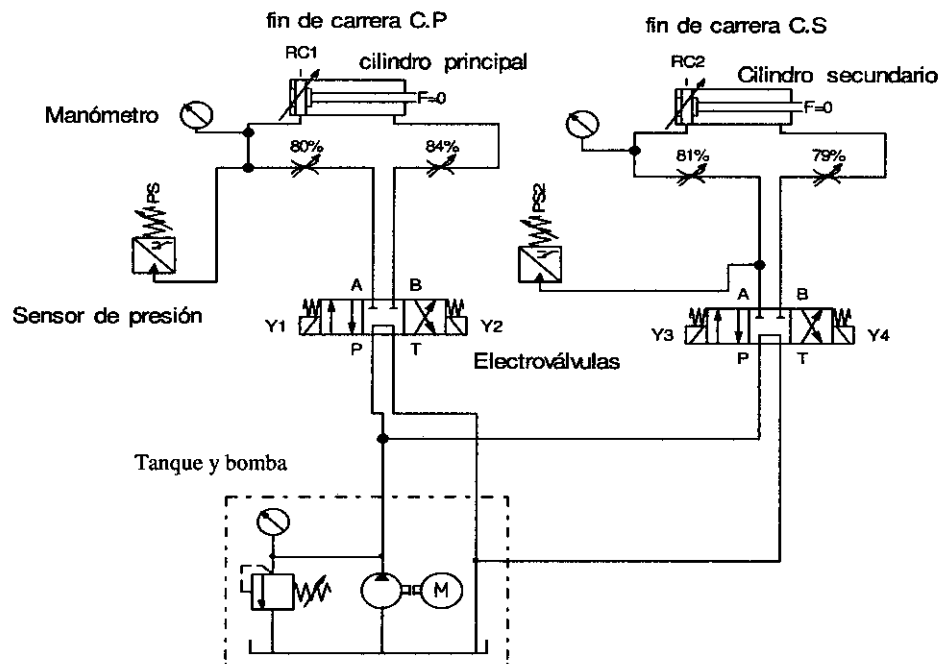


Figura 3.12. Esquema del circuito hidráulico. (Fuente: Elaboración propia).

3.2.5.1 Modelado y simulación del circuito hidráulico y circuito de control.

La simulación permite el diseño de circuitos completos de sistemas hidráulico, el software FluidSIM Hidráulica se encarga de esto lo cual establece una división entre la elaboración de un esquema y la simulación de un circuito práctico, permitiendo comprobar mientras se diseña. Para este proyecto se simuló el funcionamiento del sistema hidráulico de la máquina en modo manual y automático.

Simbología utilizada en los diagramas de control:

General	: Interruptor térmico general.
Motor	: Interruptor ON – OFF del motor
M	: Contacto del motor.
Selector	: Interruptor de dos posiciones (manual/automático).
Auto	: Pulsador de inicio de secuencia automático.
R1	: Relé de enclavamiento (elemento de memoria)

SCP : Interruptor para subir el cilindro principal.
 BCP : Interruptor para bajar el cilindro principal.
 SCS : Interruptor para subir el cilindro secundario.
 BCS : Interruptor para bajar el cilindro secundario.
 FIN1, FIN2 : Contactos de los finales de carrera.
 VAL1, VAL2, VAL3, VAL4: Contacto de las electroválvulas.

a) Descripción del proceso en modo manual.

Al seleccionar el modo manual el operador tiene control sobre la máquina y puede realizar las maniobras necesarias, el circuito de control para este modo es implementado en el PLC; el operador después de seleccionar el modo manual debe de dar arranque al motor (interruptor) y este acciona la bomba haciendo que el aceite recircule por el tanque (línea color marrón) con ayuda de las electroválvulas como se muestra en la figura 3.13; al estar activo el motor, se activan los pulsadores del panel de operador, permitiendo maniobrar los cilindros hidráulicos principal y secundario respectivamente.

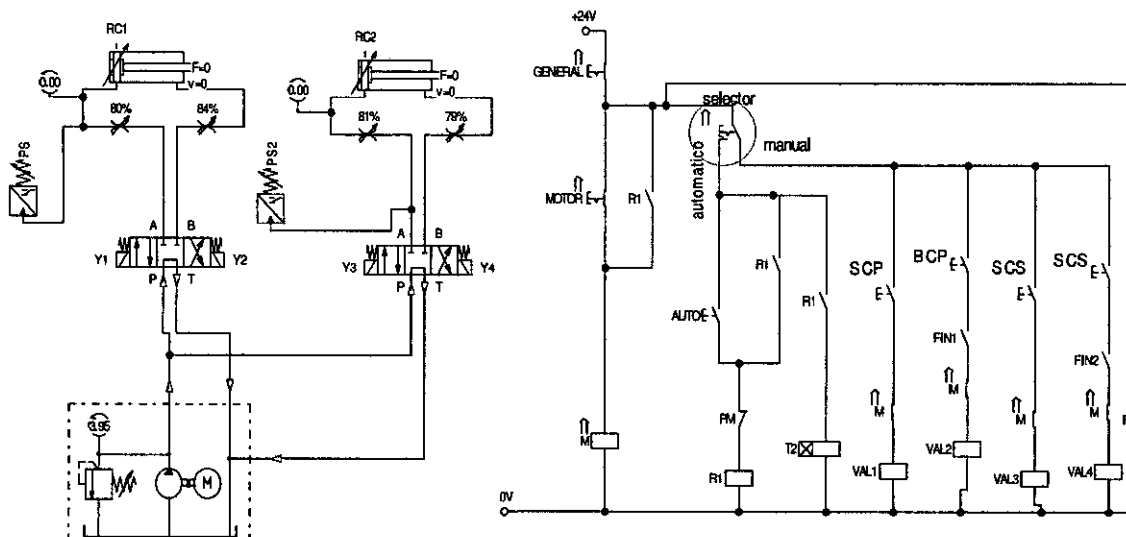


Figura 3.13. Esquema de recirculación del fluido por el tanque (modo manual) Fuente: Elaboración propia.

Solo si al mantener presionados los pulsadores SCP, BCP, SCS, BSC (uno a la vez) las electroválvulas 4/3 puede direccionar el fluido hidráulico hacia el cilindro, caso contrario la válvula vuelve a su posición inicial y mantiene al cilindro hidráulico en la posición que se desee, en la figura 3.14 se muestra el desplazamiento del cilindro hidráulico principal mientras se tiene presionado el pulsador (SCP); esta lógica de control permite mantener al cono medio en la posición que desea el operador.

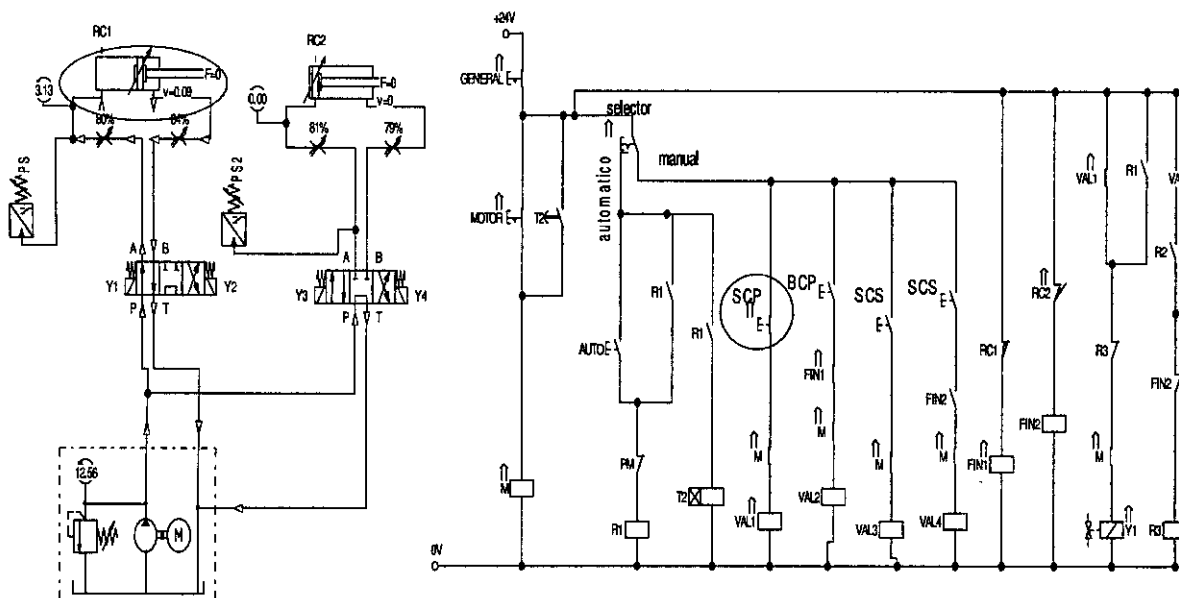


Figura 3.14. Esquema del avance del cilindro principal. (Fuente: Elaboración propia).

Este procedimiento se repite para cada pulsador, en este modo el accionamiento es por pulso no por enclavamiento. Permitiendo que, cuando se deje de accionar el pulsador la electroválvula regrese a su posición de reposo figura 3.15.

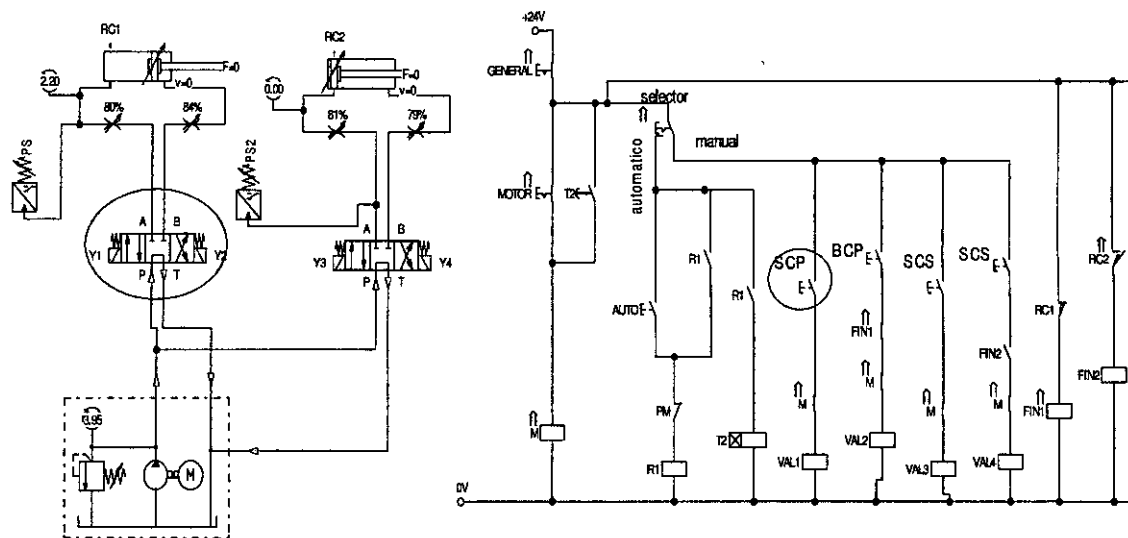


Figura 3.15. Esquema de la posición inicial de la electroválvula al dejar de accionar el pulsador. (Fuente: elaboración propia)

Los finales de carrera FIN1 y FIN2 se activan en el momento que el vástago de los cilindros llega a su tope inferior, haciendo que las electroválvulas regresen a su posición inicial como se muestra en la figura siguiente, estos elementos permiten proteger la máquina de una sobrepresión.

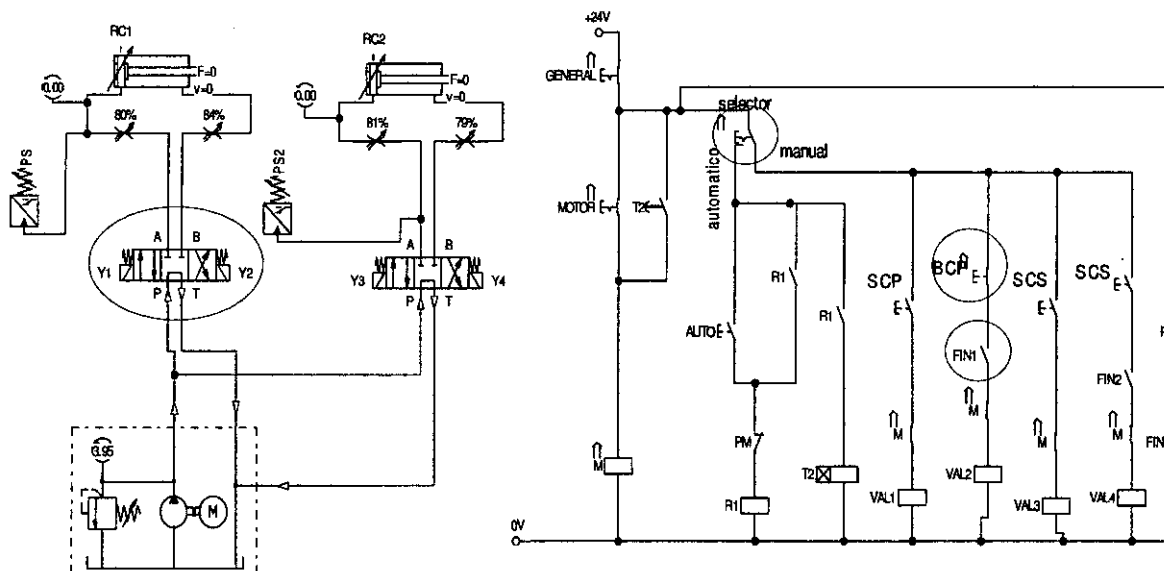


Figura 3.16. Esquema del circuito de control hidráulico en modo manual (Fuente: Elaboración propia).

En la figura 3.16 se observa que al mantener presionado el pulsador BCP el vástago del cilindro hidráulico principal llega al tope y el contacto del FIN1 se activa (contacto abierto), permitiendo que el fluido recircule por la electroválvula y el tanque, de esta manera al seguir accionando este pulsador no se generaría presión en el cilindro.

b) Descripción del proceso en modo automático.

Al seleccionar este modo, para poner en funcionamiento la máquina vasta con accionar el pulsador AUTO, se activa el motor por medio del contacto (M) y después de tres segundos (T2) se activa la solenoide (Y1) de la primera electroválvula, haciendo que el pistón del cilindro principal ascienda, cuando el sensor de presión (PS) detecta la presión programada activa la solenoide (Y3) permitiendo que el pistón del cilindro secundario ascienda y permanecer en esta posición el tiempo programado (T1), transcurrido este tiempo se activa la solenoide (Y4) que permite descender el cilindro secundario y posteriormente al cilindro hidráulica principal, los finales de carrea actúan para conmutar las solenoides y realizar las maniobras de los cilindros. Cuando el contacto del FIN1 se activa el proceso se termina y la máquina está lista para empezar un nuevo ciclo.

Este procedimiento se puede ver en la figura 3.17 que muestra el circuito de control automático.

El diagrama de funcionamiento y conexión de los elementos del circuito hidráulico se muestra en la figura 3.18, que corresponde a la disposición y conexión de las mangueras, electroválvulas, cilindros, bomba y tanque de almacenamiento del aceite hidráulico.

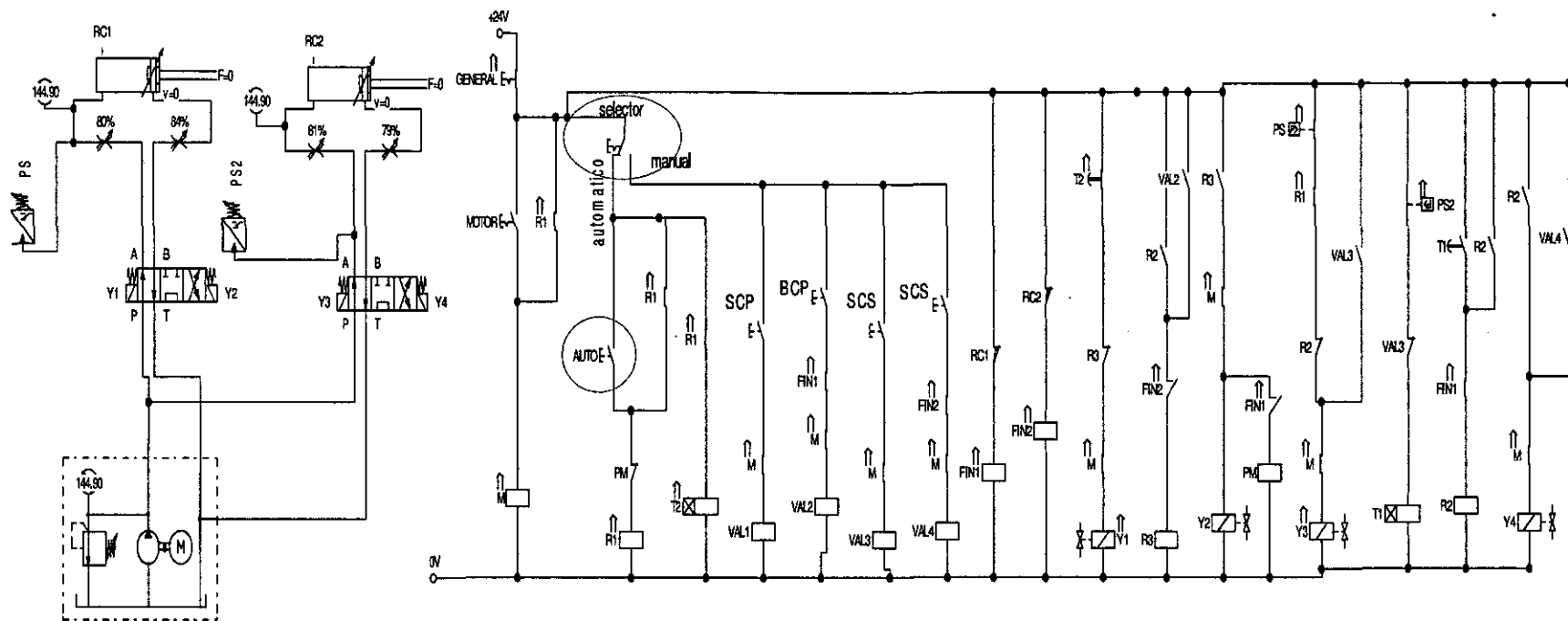


Figura 3.17. Esquema del circuito de control hidráulico en modo automático. (Fuente: Elaboración propia).

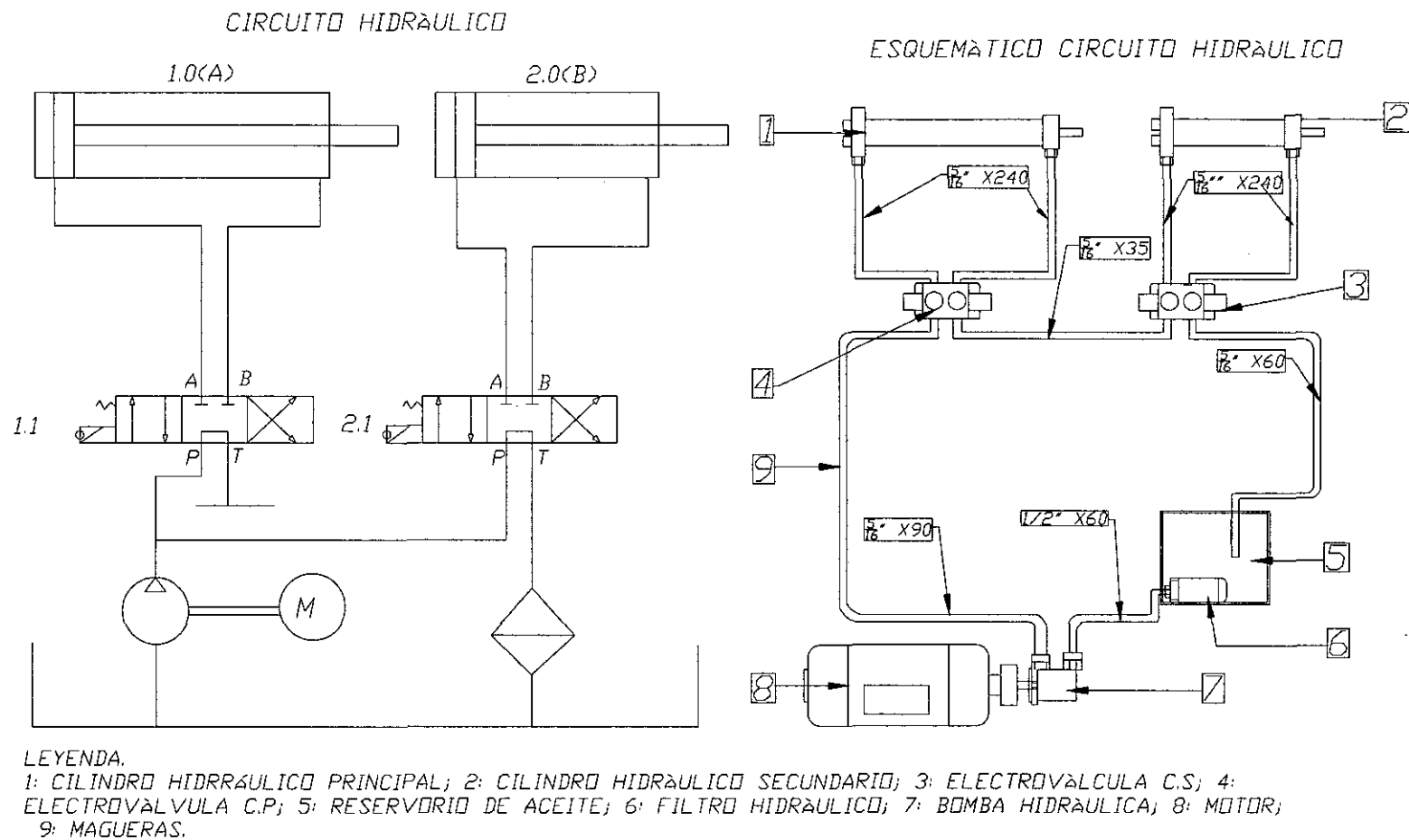


Figura 3.18. Diagrama de funcionamiento y conexión del circuito hidráulico. (Fuente: Elaboración propia).

CAPÍTULO IV.

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y DE CONTROL.

4.1 DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.

En esta sección se seleccionarán los componentes eléctricos y electrónicos: controlador (PLC), actuadores, elementos de maniobra y control, elementos de protección, transductores más idóneos para realizar la automatización del proceso de plancho de sombreros de paja toquilla y el diseño de la resistencia eléctrica que permitirá calentar el molde y obtener la temperatura adecuada para el planchado.

4.1.1 Diseño del circuito de potencia.

El diseño de los circuitos de fuerza comprende el dimensionamiento de los elementos de protección, y de los conductores. Para el diseño se consideró en cuenta los siguientes datos de diseño:

- Línea de alimentación monofásica de 220 V-AC a una frecuencia de 60 HZ.
- El motor eléctrico tendrá un control ON – OFF en modo manual y automático, el mismo que tendrá una conexión de arranque directo.

4.1.2 Diseño del motor eléctrico.

Para determinar la potencia del motor eléctrico, se calculó de acuerdo a la potencia hidráulica necesaria.

$$Pot. = \frac{P \cdot Q}{114 \cdot \eta} \quad (3.15)$$

Donde

Pot : Potencia requerida para accionar la bomba, es decir potencia en el eje del motor (HP)

- P** : Presión requerida para el sistema en (Bar); 1 Bar= $1.01972 \frac{Kg}{cm^2}$
- Q** : Caudal requerido (GPM)
- n** : Rendimiento (0.8)

$$P = 150 \frac{Kg}{cm^2} = 147.1 \text{ BAR}$$

$$Q = 2.4 \text{ GMP}$$

$$Pot = \frac{147.1 * 2.4}{114 * 0.8} = 3.87 \text{ HP}$$

El valor comercial más cercano a la potencia calculada es de 5 CP (Caballos de Potencia), por lo que se ajustó a este valor.

En base a la potencia calculada se seleccionó un motor monofásico jaula de ardilla Siemens de 5 CP totalmente cerrado, con ventilación exterior.

En la tabla siguiente se muestra las características principales y en el anexo N° 14 está la información complementaria.

Tabla 4.1. Características del motor

Tensión nominal	220 V -AC
Corriente nominal	25.3 A
Potencia nominal(P_m)	5 CP
Rpm	1800 rpm
N° de polos	4
Modelo	1LF3 184-4YK

Fuente: Siemens (2005), catálogo general SD03 ²²

²²Siemens(2005), catálogo de motores eléctricos, recuperado en <http://www.rodisa.com.mx/ArchivosPagWEB/Motores%20Siemens.pdf>

4.1.3 Dimensionamiento de protecciones eléctricas.

Dimensionamiento del guardamotor.

Los guardamotores son interruptores automáticos que sirven para proteger a los motores de fallas eléctricas y/o mecánicas. Está constituido por la unión de un contactor, un relé térmico y un fusible.

Para dimensionar el protector contra sobrecargas se tomó en cuenta la corriente nominal (I_N) del motor. Los fabricantes de guardamotores recomiendan un ajuste de 125% de corriente nominal del motor.

$$I = 1.25 * I_N \quad (3.16)$$

$$I = 1.25 * 25.3 = 31.6 \text{ A}$$

El guardamotor que se seleccionó es de la marca Siemens y presenta las siguientes características:

Corriente Nominal	:	25 - 32 A
Voltaje nominal	:	220 V-AC.
Modelo	:	MS132-32.0

Dimensionamiento del interruptor electromagnético.

Un interruptor electromagnético protege al equipo contra una corriente instantánea, en esta aplicación se usa para proteger al PLC, electroválvulas y HMI. Para dimensionar el interruptor electromagnético se halló la carga total instalada en el sistema de control, multiplicada por su factor de demanda como lo indica en la tabla 4.2 porque no todos los elementos operan simultáneamente, el PLC es el elemento de mayor operación y el piloto se activará solamente en ocasiones cuando haya sobre presión o una elevada temperatura de la máquina.

Tabla 4.2. Potencia de los elementos de control.

Equipo	Cantidad	Carga (Watt)	FD (%)	Carga total(W)
Electroválvulas	2	30	80%	24
PLC	1	99	100%	99
HMI	1	13	100%	13
Piloto	1	2.5	20%	0.5
Total (W)				136.5

Fuente: Elaboración propia.

La corriente consumida I , se obtiene de la fórmula de potencia de un circuito monofásico donde $P = V * I * \cos \varphi$ ²³; el ángulo “ φ ” se define como el desfase entre la tensión y la corriente, siendo en atraso para un circuito óhmico inductivo o en adelanto de ser óhmico capacitivo; el coseno de dicho ángulo se denomina factor de potencia, el mismo define la relación que existe entre la potencia activa y reactiva. Las cargas inductivas que controla el interruptor electromagnético en este análisis corresponden a las bobinas de las electroválvulas, por tanto se considera un factor de potencia de 0.8.

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi} \quad (3.17)$$

“P” es la potencia eléctrica en watt y “V” tensión de fase para suministro monofásicos en vols.

$$I = \frac{136.5W}{24V * 0.8} = 7.1 A$$

Por recomendación de los fabricantes los protectores electromecánicos se sobredimensionan a 125% de la corriente total instalada a proteger.

$$I = 1.25 * 7.1 = 8.875 A$$

²³ J. Álvarez(11-2009) Potencia en circuitos monofásicos, Recuperado de http://www4.frba.utn.edu.ar/html/Electrica/archivos/electrotecnica_y_maquinas_electricas/apuntes/2_potencia_en_sistemas_monofasicos.pdf

Con el dato calculado se seleccionó un interruptor electromagnético de 10 A, de dos fases a 220 V en corriente continua, por ser el valor comercial más cercano.

Dimensionamiento del contactor.

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos), ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando. Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.²⁴

Para el dimensionamiento del contactor se consideró los siguientes criterios:

- Tipo de accionamiento.
- Voltaje nominal.
- Intensidad nominal
- Potencia del contactor.

Categoría de utilización: La categoría de utilización depende de las características de carga a alimentar (motor jaula de ardilla, motor rotor bobinado, etc.) y de las condiciones en las que el establecimiento o el corte de la corriente se dan (motor en funcionamiento normal, corte durante el arranque, etc.)

La norma IEC 947- 4 en su categoría AC-3 corresponde a motores jaula de ardilla con apertura del contactor en funcionamiento normal del motor. El contactor cierra sobre una corriente que puede ser del orden

²⁴ Wikipedia (06/2009), *Contactor*, Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor y abre la corriente nominal del mismo con un voltaje entre bordes que será aproximadamente el 20 % del voltaje de la fuente de alimentación.²⁵ Por criterio de seguridad se considera un sobre dimensionamiento del 125% de la potencia nominal del motor (P_m).

$$P_c = 1.25 \times P_m$$

$$P_c = 1.25 \times 5 = 6.25 \text{ HP}$$

Con el valor obtenido anteriormente y el tipo de motor, el contactor seleccionado tiene las siguientes características.

Tipo de accionamiento: electromecánico.

Voltaje nominal : 220 V - AC

Intensidad Nominal : 26 A

Potencia del contactor : 6.25 HP

Voltaje de bobina : 220 V - AC

Interruptor general.

Para dimensionar el interruptor general se calculó primero la carga total instalada en Watts y dividir esta carga entre el voltaje de entrada (Voltaje en cociente alterna). En este proyecto tenemos el motor de 5CP = 3.37 kW, resistencia eléctrica de 2.5 KW y el tablero de control tiene una potencia instalada de 136.5 W (tabla 4.2), la suma de la potencia total instalada en la caja de control es de 6,006.5 watts. La corriente que circulará por la llave térmica monofásica se calculó aplicando la ecuación 3.17, potencia en circuitos monofásicos, con un factor de potencia de 0.8.

$$I = \frac{W}{V * \cos \varphi} = \frac{6,006.5 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0.8} = 34.12 \text{ A}$$

²⁵ Electro Industria (2011) Especificación táctica de contactores de potencia, <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1496&tip=7>

Los interruptores comerciales más cercanos al valor calculado son de 35 A.

4.1.4 Dimensionamiento de los conductores.

A continuación se determina el calibre o sección de los conductores principales o alimentadores de la caja de control.

Conductor del circuito de fuerza.

Para determinar el calibre del conductor general se halló la corriente que circula por los conductores siendo esta la misma que circula por interruptor general 34.12 A. Con la corriente I calculada, se determina una corriente corregida I_c multiplicándola por un factor de demanda o factor de utilización ($f.d$) el cual tiene un valor que varía de la siguiente manera:

Menos de 3 Kw : 100%; 1

Sobre los 3 Kw : 35%; 0.35²⁶

En virtud de que el factor de utilización especificada en la norma oficial varía mucho antes y después de los 3000 Watts, se utilizó un factor acorde de 70%.

$$I_c = I * Fd = 34.12 * 0.7 = 23.9 \text{ A}$$

Con este valor se busca el calibre en la tabla del código eléctrico anexo N° 11, el cable más próximo es de sección 3.31 mm² ción tipo TW²⁷ y una temperatura máxima de operación de 75 °C.

²⁶ S.I.C(10 – 2003) *Electricidad en instalaciones de consumo en baja tensión, tabla 7.5*
http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/electricidad_normastecnicas/Norma4_2003.pdf

²⁷ Conductor eléctrico con material aislante termoplástico resistente a la humedad y calor con retardador de flama, recuperado de
<http://lermaelectrical.com/download/Tipos%20de%20Conductores%20Procobre.pdf>

Conductor de la resistencia eléctrica.

La potencia de la resistencia eléctrica es de 2500 Watts, para hallar la corriente I que circula por el conductor aplicamos la fórmula de potencia en circuitos monofásicos, en este caso es un circuito totalmente resistivo por tanto el factor de potencia es uno ($\cos \varphi = 1$)

$$I = \frac{W}{V * \cos \varphi} = \frac{2,500 \text{ W}}{220 \text{ V} * 1} = 11.36 \text{ A}$$

Con la corriente I calculada, se calculó una corriente corregida I_c multiplicándola por un factor de demanda o factor de utilización ($f.d$) de 0.8

$$I_c = I * fd = 11.36 * 0.8 = 9.1 \text{ A}$$

Con este valor se busca el calibre en la tabla del código eléctrico anexo N°:11, el cable más próximo es de sección 2.8 mm^2 con protección tipo TW y una temperatura máxima de servicio de 75°C .

Conductor para el circuito de control.

Por los conductores del circuito de control transcurre una corriente muy baja, entonces se seleccionó el calibre del conductor más bajo.

4.2 DISEÑO DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA.

Para determinar la potencia de la resistencia eléctrica necesaria para calentar el molde del sombrero cuyo material es aluminio, se calculó experimentalmente la temperatura de planchado del sombrero con un molde de aluminio de 11 kg. Este molde fue calentado con un quemador de gas controlado por una válvula, se comprobó que calentando el molde a una temperatura de 110°C , los sombreros al ser planchados tenían una textura suave y cumplían las expectativas de las artesanas que se encontraban presentes en dichas pruebas. Anexo N°: 17

Para el diseño de la resistencia eléctrica primero se calculó el calor que se debe de transferir al molde del sombrero desde la resistencia eléctrica. Para lo cual se establecieron las condiciones de diseño.

- El molde ingresa a una temperatura ambiente de 25 °C aproximadamente, se desea que alcance una temperatura de 110 °C en 8 minutos (0.133 horas).
- La masa del molde es aproximadamente 11 kg.
- El calor específico del aluminio es:

$$c = \frac{0.880Kj.°K}{Kg.m} \times \frac{\frac{1Wh}{Kg.°K}}{\frac{3.6Kj}{Kg.m}} = 0.2444 \frac{Wh}{Kq}$$

Reemplazando los datos anteriores en la ecuación 2.22 se halló el calor absorbido por el molde.

$$Q = 11Kg * 0.2444 \frac{Wh}{Kq} * (110 - 25) °C$$

$$Q = 228.514 Wh$$

4.2.1 Potencia requerida para calentar el molde (P_u).

La potencia requerida para calentar el molde en un tiempo de 8 minutos (0.133 h) se calculó de la siguiente relación:

$$P_u = \frac{Q}{t} = \frac{228.514Wh}{0.133h} = 1718.2 W$$

La resistencia será instalada en el interior del cono medio, donde es previsto que se producirán pérdidas de calor por convección y por las paredes del cono. Para el análisis de las pérdidas de calor se asumirá al cono medio como un cilindro recto donde se tomará el diámetro medio del cono como diámetro común del cilindro, el diámetro común se muestra en la figura 4.1.

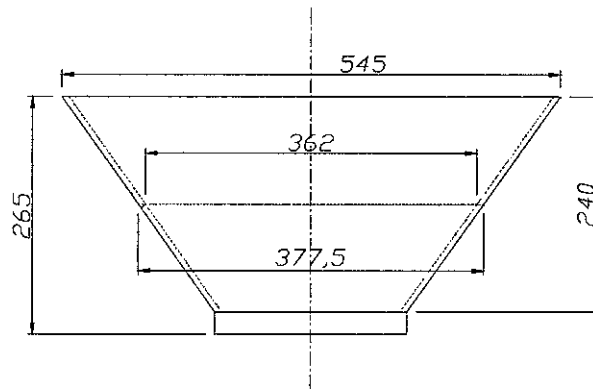


Figura 4.1. Diámetro medio del cono.
Fuente: Elaboración propia.

Las pérdidas de calor por las paredes (P_c) se calcularon aplicando la ecuación 2.24.

Se considera una temperatura en el interior del cono $t_h = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una temperatura ambiente de $t_a = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$P_c = \frac{t_h - t_a}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi L k_1} + \frac{1}{h_e A_2}}$$

k_1 : Conductividad térmica del acero $50 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot^{\circ}\text{K}}$.

h_e : Coeficiente de convección en el ambiente exterior ($25 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot^{\circ}\text{K}}$).

r_2 : Radio medio exterior (188.75 mm = 0.189 m).

r_1 : Radio medio interior (181 mm = 0.182 m).

L : Altura del cono (240 mm = 0.24 m).

A continuación se halla cada resistencia que ofrece pérdidas de calor según los términos de la ecuación 2.24.

a) Resistencia térmica en pared del cono.

$$\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi L k_1} = \frac{\ln\left(\frac{0.189}{0.181}\right)}{2\pi * 0.24 * 50} = 0.0006 \frac{^{\circ}\text{K}}{\text{W}}$$

b) Resistencia térmica por convección en el exterior

$$\frac{1}{h_e A_2} = \frac{1}{0.285 * 25} = 0.1404 \frac{^{\circ}K}{W}$$

A_2 : Área de la pared externa del cono ($2 * \pi * r_2 * L$)

$$A_2 = 2 * \pi * 0.189 * 0.24 = 0.285 \text{ m}^2$$

Por lo tanto:

$$P_c = \frac{(383 - 298)^{\circ}K}{(0.0006 + 0.1404) \frac{^{\circ}K}{W}} = 602.84 \text{ W}$$

c) Pérdidas en las tapas.

Las pérdidas en las tapas se producen por convección en el interior, convección en el exterior y las pérdidas propias de las tapas, según la ecuación 2.24.

$$P_t = \frac{t_h - t_a}{\frac{1}{h_i A_{ti}} + \frac{l}{A_{ti} \cdot k_1} + \frac{l}{A_{ts} \cdot k_1} + \frac{1}{h_i A_{ts}} + \frac{1}{h_e A_{ts2}}}$$

h_e : Coeficiente de convección en el ambiente interior $40 \frac{W}{m \cdot ^{\circ}K}$

A_{ti} : Área de la tapa inferior ($\frac{\pi}{4} * 0.21^2 = 0.0346 \text{ m}^2$)

A_{ts} : Área de la tapa superior ($\frac{\pi}{4} * 0.545^2 = 0.233 \text{ m}^2$)

l : Espesor de la tapa (25 mm=0.025 m).

Resistencia térmica por convección en el interior.

Tapa inferior:

$$\frac{1}{h_i A_{ti}} = \frac{1}{0.0346 * 40} = 0.722 \frac{^{\circ}K}{W}$$

Tapa superior:

$$\frac{1}{h_i A_{ts}} = \frac{1}{0.233 * 40} = 0.1073 \frac{^{\circ}K}{W}$$

Resistencia térmica por convección en el exterior, tapa superior

$$\frac{1}{h_e A_{ts}} = \frac{1}{0.233 * 25} = 0.171 \frac{^{\circ}K}{W}$$

Resistencia en tapa.

Tapa inferior:

$$\frac{l}{A_{ti} \cdot k_1} = \frac{0.025}{0.0346 * 50} = 0.0144 \frac{^{\circ}K}{W}$$

Tapa superior:

$$\frac{l}{A_{ts} \cdot k_1} = \frac{0.025}{0.233 * 50} = 0.0021 \frac{^{\circ}K}{W}$$

Por tanto la pérdida en las tapas del cono es:

$$P_t = \frac{(383 - 298)^{\circ}K}{(0.722 + 0.0144 + 0.1073 + 0.0021 + 0.171) \frac{^{\circ}K}{W}}$$

$$P_t = 83.6 \text{ W}$$

Potencia requerida.

La potencia requerida de la resistencia eléctrica, para calentar el molde a una temperatura de 110 °C en 8 minutos, se halla sumando la potencia requerida más la potencia producida por pérdidas en las paredes y la potencia por pérdidas en las tapas del cono. .

$$P_r = P_u + P_c + P_t \quad (3.19)$$

$$P_r = 1718.2 + 602.84 + 83.6 = 2404.64 \text{ W}$$

Para asegurar una buena rapidez de respuesta a la temperatura de trabajo se plantea una potencia de la resistencia eléctrica de **2500 W**.

4.2.2 Dimensionamiento de la resistencia.

Teniendo en cuenta las consideraciones de la potencia requerida de 2500 W, tensión de alimentación de 220 V monofásica y una temperatura máxima de operación en el molde de 120 °C, sin embargo, la resistencia eléctrica tendrá una temperatura mayor que la del molde, llegando hasta 800 °C, se dimensionó la resistencia eléctrica como se describe a continuación.

Para hallar el diámetro de la resistencia eléctrica de una determinada aleación de Ni - Cr, nos ayudamos en la tabla 2.5 y se eligió un alambre de calibre 20, cuya relación de $\frac{A_c}{R_{20}} = 12.123344$. De la ecuación 2.28 despegamos la carga específica (cp); el coeficiente de resistividad (C_t) según la tabla 2.4 para la aleación Ni - Cr es de 1.018 y el diámetro del alambre ($d = 0.102$ cm).

$$cp = \frac{P^2 \cdot C_t}{V^2 \cdot \frac{A_c}{R_{20}}} = \frac{2500^2 \cdot 1.018}{220^2 \cdot 12.12334} = 10.84 \frac{W}{cm^2}$$

4.2.1 Longitud del alambre (l).

De la ecuación 2.28 se deduce.

$$P = \pi \cdot d \cdot l \cdot cp$$

Despejando l tenemos:

$$l = \frac{P}{\pi \cdot d \cdot cp}$$

$$l = \frac{2500 W}{\pi \cdot 0.081 Cm \cdot 10.84 \frac{W}{cm^2}} = 906.3 cm \approx \mathbf{910 cm}$$

El alambre debe ser enrollado en espiras y colocado en tubo protector (resistencia tipo blindada) para evitar el contacto directo entre la resistencia y la estructura mecánica de la máquina. La relación entre el

diámetro de la espira (**D**) y el diámetro del alambre (**d**) se muestra en la tabla 4.3

Tabla 4.3. Relación de diámetro medio de la espira (**D**) sobre el diámetro del alambre (**d**); (**D/d**).

Aleación Ni – Cr		
Relación	En ranuras	En tubos
D/d para elemento menor o igual a 1000°C	6 – 9	12 -14
D/d para elemento mayor a 1000°C	5 – 8	12 – 14
Paso S/d	2 – 3	3 – 6

Fuente. M. Errejon (2011), Diseño y construcción de un horno.

Aplicando la relación $D = 6 \cdot d$; D: diámetro de la espira, d = diámetro del alambre.

$$D = 6 \cdot 0.81 \text{ mm} = 4.86 \text{ mm}.$$

Número de espiras(N).

$$N = \frac{l}{\pi(D-d)} \quad (3.20)$$

$$N = \frac{910 \text{ cm}}{\pi(0.486 - 0.081)} = 716$$

Longitud de la espiral comprimida (*lc*).

$$lc = N \cdot d = 716 \cdot 0.081 \text{ cm} = 58 \text{ cm}$$

Paso del enrollamiento(s).

Se trata de obtener la distancia más grande entre espiras vecinas, para que sea menor la radiación recíproca. Los valores recomendados para calcular el paso según la tabla 4.3 es:

$$s = 6 \cdot d = 6 \cdot 0.81 = 4.86 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

Longitud de la espiral extendida (Le)

$$le = s \cdot n = 5 \cdot 716 = 3,580mm = 3.58 m$$

4.2.2 Fusible de protección de la resistencia.

Para seleccionar el fusible de la resistencia eléctrica, se toma en cuenta la potencia y el voltaje. El factor de potencia por ser un circuito totalmente resistivo es uno ($\cos \varphi = 1$).

$$I = \frac{Pr}{V \cos \varphi} = \frac{2500 W}{220 V \cdot 1} = 11.36 A$$

Comercialmente no existen fusibles con este valor por tanto se seleccionó uno de 12 A por ser el de valor más cercano. El fusible impedirá el paso de corriente cuando supera el valor de 12 A para evitar cortocircuitos y recalentamientos.

4.3 DISEÑO ELECTRÓNICO.

Una vez conocido el dimensionamiento mecánico e hidráulico de la máquina, se establecieron los requerimientos para la implementación electrónica.

Lista de requerimientos.

- Un automatismo que sea fácil de programar, de fácil manipulación, para realizar el sistema de control.
- Los actuadores sean capaces de responder a las señales del controlador para obtener un buen planchado.
- Dispositivos visualizadores para determinar si las variables controladas están dentro de los parámetros establecidos.
- Se requiere de una persona que ponga y retire los sombreros uno por uno en el molde de planchado.
- Los actuadores deben de ser de fácil mantenimiento.
- Se debe de trabajar en un ambiente ventilado y seco.

4.3.1 Análisis y selección del automatismo.

Para la determinación del automatismo, se creyó conveniente escoger entre un microcontrolador y un PLC. Para tener una selección más conveniente, se detalla a continuación las características de cada uno de estos automatismos.

4.3.1.1 Microcontrolador.

Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesos, memoria y periféricos de entrada y salida.²⁸

Ventajas.

Costo bajo comparado con el PLC.

Desventajas.

- Necesita de la construcción de una tarjeta electrónica para ponerlo en funcionamiento.
- Necesita ser desmontado y conectar el controlador a la PC para cualquier cambio del programa.
- No es versátil.
- Es susceptible a interferencias electromagnéticas y vibraciones.
- No es versátil ni amigable.

4.3.1.2 Controlador Lógico Programable (PLC)

El PLC es un dispositivo con E/S digitales y/o analógicas que se pueden reprogramar.

²⁸ Wikipedia, (08,2014), Microcontrolador, Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

Desventajas.

- Costo elevado.

Ventajas

- El equipo viene listo con entradas y salidas para su conexión.
- No necesita desconectar los cables y desmontar el equipo para realizar algún cambio en el programa.
- Facilidad de ampliar sus entradas y salidas.
- Pueden trabajar en condiciones severas.

Elección del autómatas.

En la tabla 4.4 se realiza una comparación de las propiedades cualitativas entre micro controlador y PLC para determinar la elección del autómatas.

Tabla 4.4. Propiedades cualitativas del PLC y Microcontrolador.

Características/autómatas	PLC	Microcontrolador
Capacidad de memoria.	Expandible	Limitado
Velocidad.	Lenta	Rápida
Nivel del lenguaje.	Alto nivel	Alto nivel
Robustez.	Si	No
Facilidad de programación.	Si	Si
Portabilidad.	Mala	Buena
Costo.	Elevado	Barato

Fuente: Elaboración propia.

Analizando las necesidades del proceso y con ayuda de la tabla 4.4 el PLC tiene mayores ventajas frente a utilizar un microcontrolador PIC, porque ofrece mayor robustez y está diseñado para trabajar bajo condiciones industriales, es inmune a interferencias electromagnéticas y vibraciones por lo tanto, concluimos que el PLC tiene mejores ventajas técnicas y cualitativas.

4.3.2 Selección de los transductores.

4.3.2.1 Sensor de presión.

Para el planchado de sombreros se requiere una presión máxima de 30 psi en la copa, debemos de considerar este valor para la selección del sensor de presión y el tipo de señal de salida del sensor (4 – 20 mA). Se seleccionó un sensor para medir la presión del agua modelo PT124B-210 figura 4.2 serie de sensores de presiones de tipo standard, este sensor de presión ha sido diseñado para cubrir la mayoría de aplicaciones industriales, sus principales especificaciones técnicas se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 4.5. Especificaciones técnicas del sensor de presión modelo mpt201²⁹.

SENSOR DE PRESIÓN PT124B – 210	
Parámetro	Descripción
Modelo.	PT124B – 210
Rango de presión.	0 - 50 bar – 6000bar
Temperatura de funcionamiento.	20 – 80 °C
Señal de salida.	0 -10 V-DC; 4 – 20 Ma
Fuente de alimentación.	12 -36 V-DC
Tiempo de respuesta.	< 5 ms
Conexión.	M20, 1.5, 1/8, 1/2 ntp o a pedido.
Aplicaciones	Control de procesos.

Fuente: Shanghai Zhaohui Pressure Apparatus Co.

²⁹ Datos entregado por el proveedor Shanghai Zhaohui Pressure Apparatus Co, recuperado en <http://spanish.alibaba.com/product-gs/4-20ma-water-pressure-sensor-air-pressure-sensor-510784915.html>

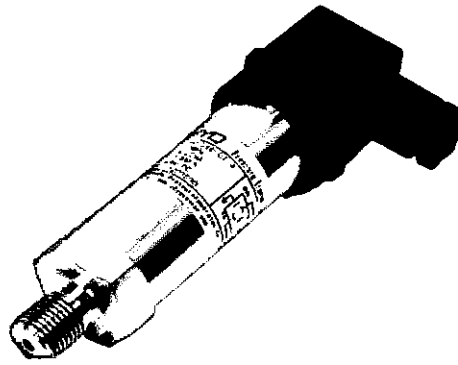


Figura 4.2. Sensor de presión modelo PT124B – 210.
(Fuente: Alibaba, instrumentos de medición y análisis).

4.3.2.2 Sensor de temperatura.

Para el planchado de sombreros se requiere controlar la temperatura entre un rango de 110 a 120°C, el control de temperatura para el molde del sombrero no necesariamente tiene que ser precisa. El sensor estará ubicado en el interior del cono medio cerca de la resistencia eléctrica, la distancia entre el cono medio y el tablero de control es de 2 m. aproximadamente.

Se seleccionó una termocupla TIPO J porque no es necesario una lectura muy precisa de la temperatura, el rango de medida de este sensor está entre 0 – 700 °C y es recomendable su aplicación para distancias entre el sitio de medición y el tablero de control menor a 10 m. La figura 4.3 corresponde a una termocupla tipo “J” con transmisor incorporado.

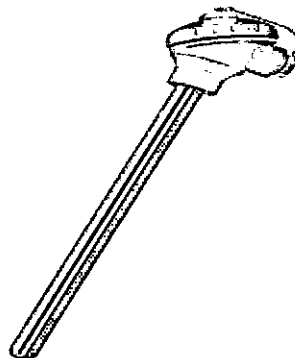
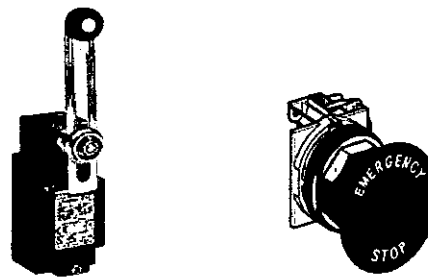


Figura 4.3. Termocupla tipo J con protección metálica.
(Fuente: Atural, termocupla convencional metálica).

4.3.2.3 Selección de protecciones y elementos de seguridad.

Para operar la máquina en modo automático es necesario contar con elementos de seguridad para protección de la máquina y de las personas, se seleccionó finales de carrera en los cilindros hidráulicos figura 4.4 a, para evitar que se produzca una sobrepresión, pulsador tipo hongo de paro de emergencia ubicado de tal forma que sea visible y de fácil acceso al operador figura 4.4b, y una cortina de luz que permita detener el proceso cuando detecta la presencia de un cuerpo extraño en el área de trabajo de la máquina.



a) Final de carrera b) Paro de emergencia

Figura 4.4. Elementos de seguridad a): Final de carrera cuerpo metálico ³⁰ y b) botón de paro de emergencia. (Fuente: ABB, serie LS finales de carrera)

4.3.3 Selección del PLC.

Para seleccionar el PLC adecuado para la máquina hidráulica automática planchadora de sombreros de paja toquilla, se consideró la cantidad de entradas y salidas analógicas y digitales respectivas, en la tabla 4.6 se describe la cantidad de entradas y salidas que involucra la automatización de la máquina.

³⁰ ABB (s.f.) serie LS finales de carrera
[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/f298e1c68c9b0a58c125740100406a45/\\$file/15BC141157C0702.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/f298e1c68c9b0a58c125740100406a45/$file/15BC141157C0702.pdf)

Tabla 4.6. Requerimientos de entradas y salidas del PLC.

ENTRADAS		
CANT.	DESCRIPCIÓN	TIPO
1	Selector para modo manual.	Digital
1	Selector para modo automático.	Digital
1	Selector para arranque del motor.	Digital
1	Selector para resistencia.	Digital
1	Energizador de tablero.	Digital
1	Pulsador tipo hongo (paro general)	Digital
1	Botonera de arranque (electroválvula A +)	Digital
1	Botonera de arranque (electroválvula A -)	Digital
1	Botonera de arranque (electroválvula B +)	Digital
1	Botonera de arranque (electroválvula B -)	Digital
1	Sensor de temperatura(termocupla)	Analógica
1	Sensor de presión.	Analógica
1	Fin de carrera 1.	Digital
1	Fin de carrera 2.	Digital
1	Cortina de luz.	Digital
SALIDAS		
1	Control ON /OF del motor.	Digital
1	Control ON /OF de electroválvula (A+)	Digital
1	Control ON /OF de electroválvula (A-)	Digital
1	Control ON /OF de electroválvula (B+)	Digital
1	Control ON /OF de electroválvula (B-)	Digital
1	Control ON/OF de resistencia.	Digital
1	Piloto luminoso.	Digital

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla 4.6 se tiene 15 señales de entrada: 13 digitales y dos analógicas. Las señales analógicas que corresponden al sensor de temperatura y presión con una señal de 4 -20 mA se conectarán a un módulo de ampliación analógico para su tratamiento. Las salidas del PLC corresponden a la activación de los actuadores, como electroválvulas, motor, resistencia tanto en el modo manual como

automático y la señal ON - OFF para controlar la potencia de la resistencia.

4.3.3.1 Características del controlador lógico programable TWIDO.

En base a la tabla 4.6 se seleccionó el PLC de la gama TWIDO compacto de serie TWDLCAA24DRF figura 4.5, un modelo que ofrece Schneider. Se ha elegido este equipo por la integración del puerto Modbus RTU en la propia CPU y por el número de entradas y salidas integradas, entre otras características. Cuenta con 16 entradas digitales, 10 salidas digitales a relé, adaptador interfaz enlace serie RS232C/RS485 que son utilizados para configuraciones avanzadas como la HMI. El PLC Twido se programa con la herramienta de programación TwidoSuite, este es un entorno de desarrollo gráfico, lleno de funciones para crear, configurar y crear aplicaciones de automatización.

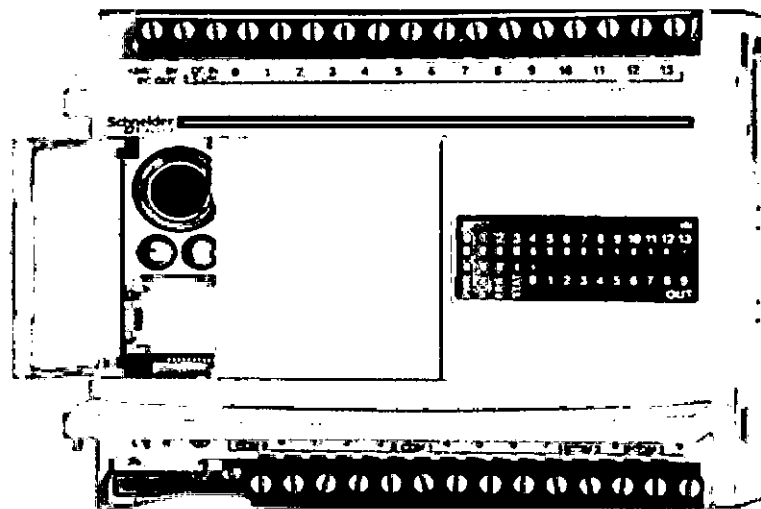


Figura 4.5: PLC TWIDO TWDLCAA24DRF de Schneider Electric³¹. (Fuente: Schneider, Manual Twido Suite).

³¹Schneider (s.f.) Manual Twido suite, recuperada en <http://www.schneider-electric.com.pe/sites/peru/es/productos-servicios/productos-servicios.page>

4.3.3.2 Descripción del hardware.

Todos los PLCs TWIDO comparten las características que se muestran en la figura 4.6, esta imagen corresponde al controlador compacto TWDLCAA24DRF.

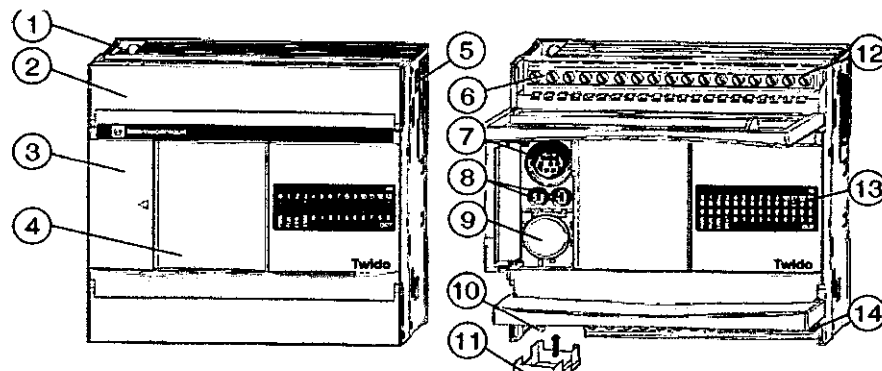


Figura 4.6. Descripción del hardware TWIDO compacto. (Fuente: Schneider, Manual Twido Suite).

Tabla 4.7: Componentes del TWIDO compacto TWDLCAA24DRF.

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
1	Orificio de montaje.
2	Cubierta de terminal.
3	Puerta de acceso.
4	Cubierta extraíble del conector de monitor de operación.
5	Conector de ampliación.
6	Terminales de potencia del sensor.
7	Puerto serie 2.
8	Potenciómetros analógicos
9	Conector de puerto serie 2.
10	Terminales de fuente de alimentación.
11	Conector de cartucho.
12	Terminales de entradas.
13	Indicadores de LED.
14	Terminales de salida.

Fuente: Schneider, Manual Twido suite.

En la tabla 4.8 se muestran las características más representativas del PLC TWDLCAA24DRF y en el anexo N° :15 se muestra la información completa.

Tabla 4.8. Características principales del PLC TWDLCAA24DRF.

Tensión de alimentación (DC)	100...240V AC
Rango admisible min/max	85...264 V
Corriente de entrada de alimentación	450 mA
N° mód. Expansión de E/S	4
Entradas digitales	14
Límite de tensión de entrada.	20.4...28.8V
Entradas de corriente.	7mA : I0.2 a I0.13 11 mA: I0.0 a I0.2
Salidas digitales	10; relé
Voltaje de salida.	L+ (5V/ 20.4V para A0.0 a A0.4; 20.4V A0.5 a A 1.1)
Tipo de conexión integrada.	Adaptador interfaz enlace serie RS232C/RS485 Modbus/de carácter maestro/esclavo.
Corriente de salida fuente de alimentación.	0.25 A - 24 V DC
Temperatura de operación	0° -55 °C
Dimensiones.	
Largo.	95 mm
Ancho.	90 mm
Profundidad.	70 Mm

Fuente: Schneider, Manual Twido suite.

4.3.4.1 Comunicación.

La terminal gráfica Magelis XBT - GT se comunica con los autómatas programables mediante uno o dos enlaces serie integrados, con los siguientes protocolos de comunicación:

- Telemecanique de Schneider Electric (Uni – Te, Modbus).
- Otros: Mitsubishi Electric, Omron, Allen-Bradley y Siemens).

4.3.4.2 Software de programación.

Las aplicaciones de diálogo operador para todas las terminales Magelis son independientes del protocolo utilizado y se realizan con el software Vijeo Designer que tiene una ergonomía avanzada alrededor de varias ventanas que se pueden parametrizar para desarrollar rápida y fácilmente el proyecto.

4.3.4.3 Descripción.

Para este proyecto se selecciona la terminal gráfica funcional XBT GT1335, en la figura 4.8 se observa las principales características:

En el panel frontal.

Etiqueta 1: Pantalla táctil Gráfica (3.8” monocroma en modo rojo o ámbar).

Etiqueta 2: luz de control de retroiluminación.

En el panel posterior.

Etiqueta1: Bornera con tornillos extraíbles para la fuente de alimentación 24 V-DC.

Etiqueta 2: Conector RJ45 para la conexión serie RS 232 C o RS 485 a los autómatas (COM1)

Etiqueta 3: Conector host de tipo USB para la conexión periférica.

Etiqueta 4: Conmutador para la polarización del enlace serie, utilizado en modbus RS 485.

Etiqueta5: Conector RJ 485 para enlace a Ethernet TCP/IP,
10/100BASE-T

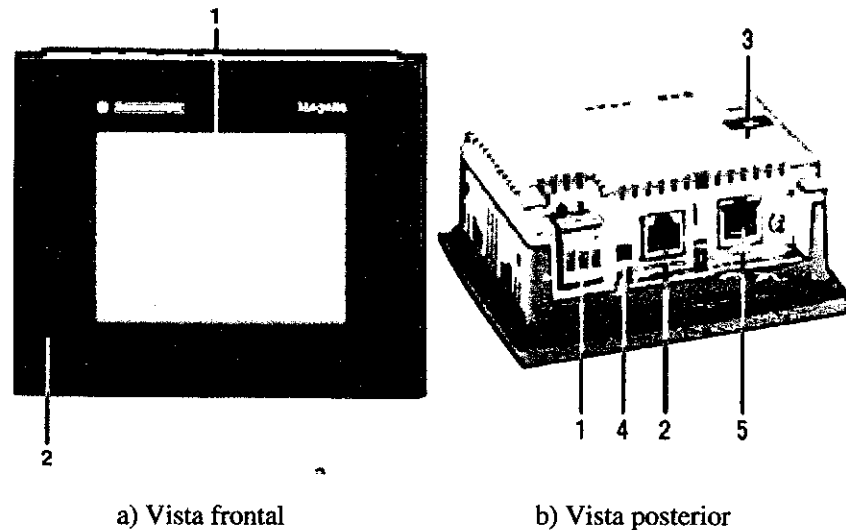


Figura 4.8. Principales partes de la Magelis XBT GT1335³². (Fuente: Schneider, terminales de diálogo operativos PC industriales, catálogo 09)

En la tabla 4.9 se detalla algunas de las características eléctricas y físicas más importantes de la HMI seleccionada y en el anexo N° 16 brinda la información completa.

Tabla 4.9. Características técnicas de la HMI.

Características de la HMI MAGELIS XBGT1335	
Tamaño de pantalla LCD.	76.7 x 57.5 mm, ámbar o rojo.
Representación de las variables.	Alfanumérico, mapa de bits, gráfico de barras, visualizador analógico.
Tensión de alimentación DC.	24 V – CC
Corriente de alimentación a 24V DC.	120 mA
Protocolos transferibles.	Uni -Te, Modbus
Software de diseño.	Vijeo Designer

³² Imagen tomada de: Schneider, Terminales de dialogo operativo PC industriales, recuperado en http://www.schneiderelectric.es/documents/local/clientes/fabricantes-maquinaria/flex-machine-catalogos/terminales-dialogo/420027_E09-terminales-dialogo-es.pdf

<i>Continuación de la tabla 4.9</i>	
Compatibilidad con los autómatas.	Twido, Nano, TSX Micro, Premium
Temperatura funcionamiento.	0°C – 60°C
Dimensiones (mm)	130 X 41 X 104

Fuente. Schneider, terminales de diálogo operativos PC industriales, catálogo 09.

4.3.4 Dimensionamiento de la fuente externa.

El PLC seleccionado contiene una fuente interna de 24 V-DC y 250 mA, lo cual es insuficiente para alimentar al sistema, por lo tanto es necesario incluir una fuente externa. Para el dimensionamiento de la fuente se analizó el consumo total de corriente del sistema electrónico, en la tabla 4.10 se describe la corriente que consume cada elemento del circuito de control.

Tabla 4.10. Consumo de corriente del sistema de control.

Consumo del sistema	24 V- DC
Transductor de presión.	20 mA
Transductor de temperatura.	20 mA
PLC TWIDO (13 entradas).	13*11mA
Módulo analógico.	40 mA
Relés de interface (6).	6*30mA
HMI Magelis.	54 mA
Finales de Carrera (2).	2*125 mA
Cortina de luz.	130 mA
Total de corriente.	837 mA

Fuente. Elaboración propia.

Conocido la corriente que demanda el sistema se procedió a distribuir el consumo de la corriente entre las dos fuentes, considerando que los transductores de presión y temperatura deben ser alimentados por la

fuelle del PLC. Las cargas se distribuyeron como se muestra en la tabla 4.11.

Tabla 4.11. Alimentación de los elementos por las dos fuentes.

Fuente del PLC	Total
Transmisor de presión	20 mA
Transmisor de temperatura	20 mA
HMI	54 mA
Módulo analógico	40 mA
Total de corriente del PLC	134 mA
Fuente externa	
Relés de interface (6)	180 mA
PLC (13 entradas)	143 mA
Finales de Carrera	250
Cortina de luz	130 mA
Total de corriente fuente externa	703 mA

Fuente. Elaboración propia.

La fuente seleccionada para abastecer la deficiencia de corriente es del modelo PSU 100C 24 V/1.3 A de la marca Siemens montable sobre perfil DIN normalizado en tablero. En la tabla 4.12 se muestran los datos técnicos de la fuente proporcionados por el fabricante.

Tabla 4.12. Datos técnicos de la fuente externa

Parámetro	Alterna	Continua
Alimentación.	100 – 230 VAC	85 – 264 V-DC
Fusible de entrada.	Incorporado	-
Tensión nominal de salida DC.	24 V	-
Potencia entrada.	14 W	-
Temperatura de operación.	-20 -70 °C	-

Fuente: Siemens, catálogo de productos.³³

³³ <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10239544?tree=CatalogTre>

4.4 DISEÑO DE LA CAJA DE CONTROL.

La caja de control se diseñó, de tal forma que él operador tenga acceso al control de la máquina, y controlar el proceso tanto en modo automático o manual. El panel del operador está ubicado sobre la caja de mando (cara superior) contiene los pulsadores, selectores y la HMI, como se muestra en la figura 4.9; en una de las caras laterales se ubica el armario electrónico con los componentes electrónicos.

La energización del tablero, panel de operador y la caja de mando se realizará con un interruptor termo magnético, el cambio de modo de operación se hará con un selector manual. También contiene un pulsador de paro de emergencia y un piloto luminoso.

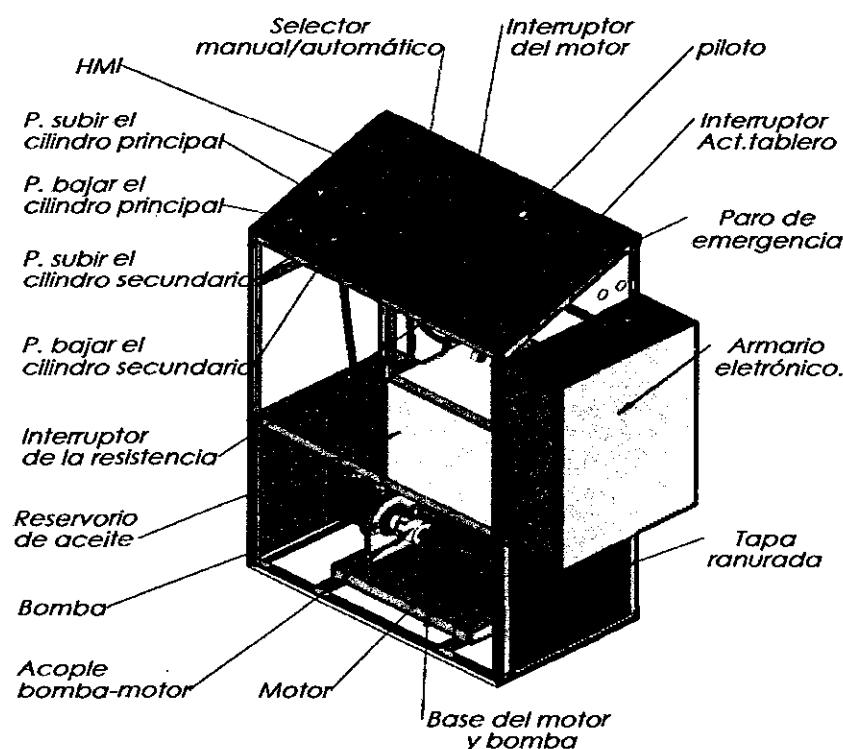


Figura 4.9. Componentes de la caja de control, diseñado en Solidworks.

A continuación en la figura 4.10, se muestra el diagrama de conexiones de las entradas y salidas del PLC, y los componentes eléctricos del tablero de control.

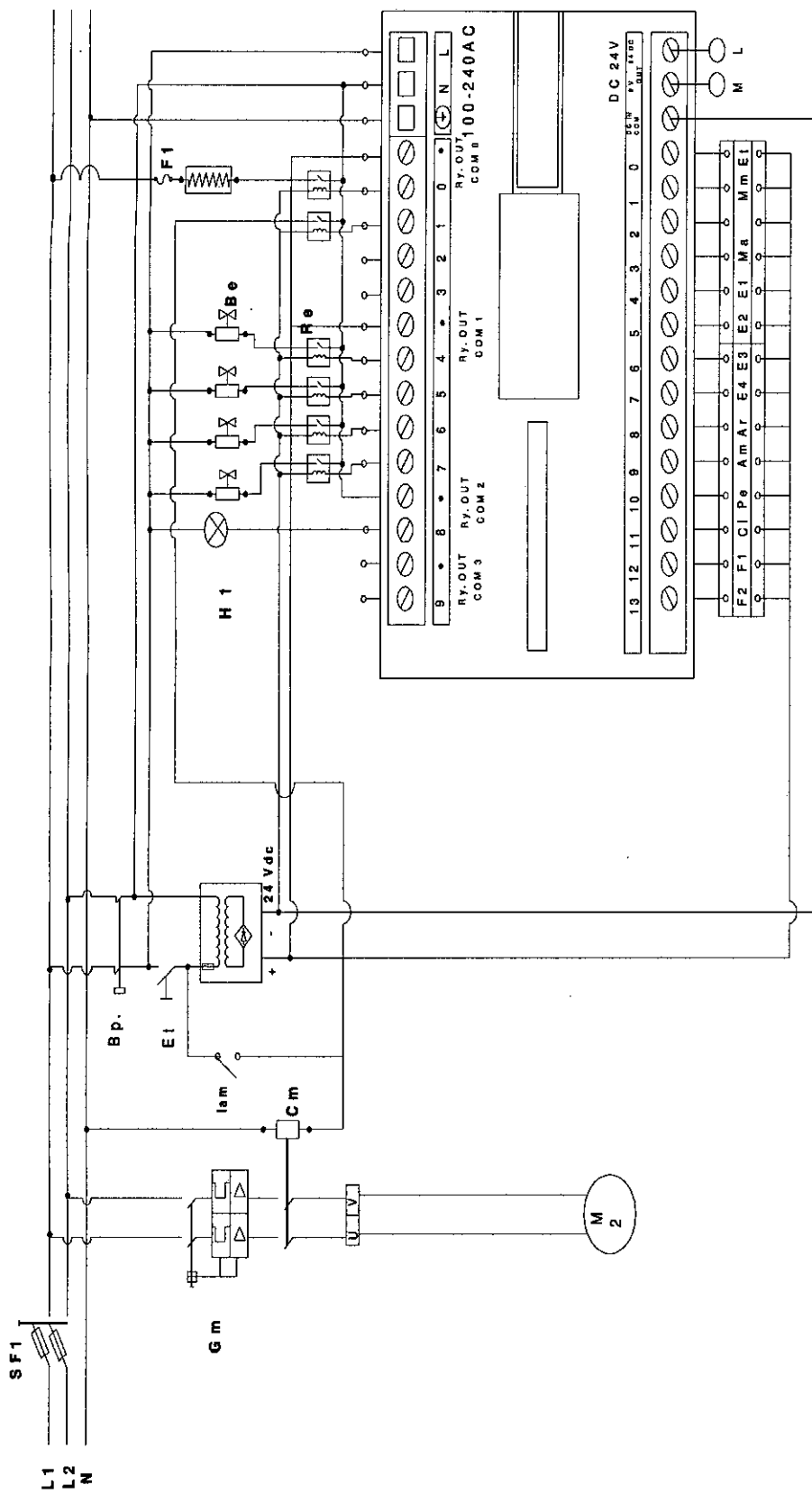


Figura 4.10. Diagrama de conexión del PLC. (Fuente: Elaboración propia).

Identificación de la nomenclatura en el diagrama de conexión del PLC.

SF1	: Interruptor térmico general.
Gm	: Guarda motor.
Cm	: Contactor del motor.
Bp	: Breacker de protección de PLC y electroválvulas.
Et	: Interruptor de encendido de tablero.
F1	: Fusible de la resistencia eléctrica.
H1	: Piloto indicador de alarma.
Re	: Relés de enclavamiento.
L1, L2	: Líneas de alimentación de 220 V-AC.
L+, M	: Fuente interna del PLC (L: 24 V DC, M: 0V-DC).
N	: Neutro de la línea de alimentación.
Mn	: Entrada modo manual.
Ma	: Entrada modo automático.
E1, E2, E3, E4	: Entrada de las bobinas de electroválvulas.
Ar	: Interruptor de resistencia (modo manual).
Am	: Interruptor de motor (modo manual).
Pe	: Paro de emergencia.
Cl	: Entrada de la cortina de luz.
F1, F2	: Entrada de los finales de carrera.

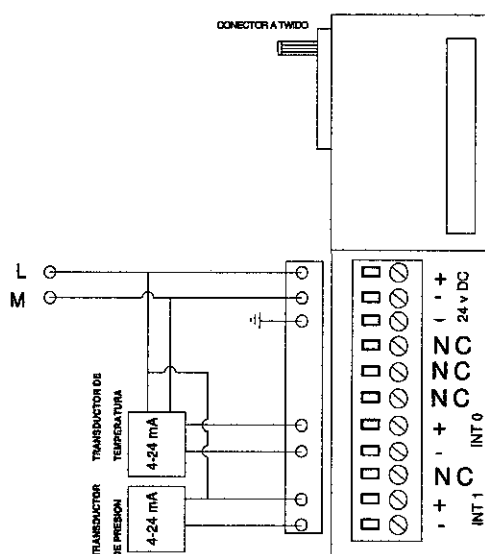


Figura 4.11. Conexión de los transmisores al módulo analógico. Fuente: Elaboración propia.

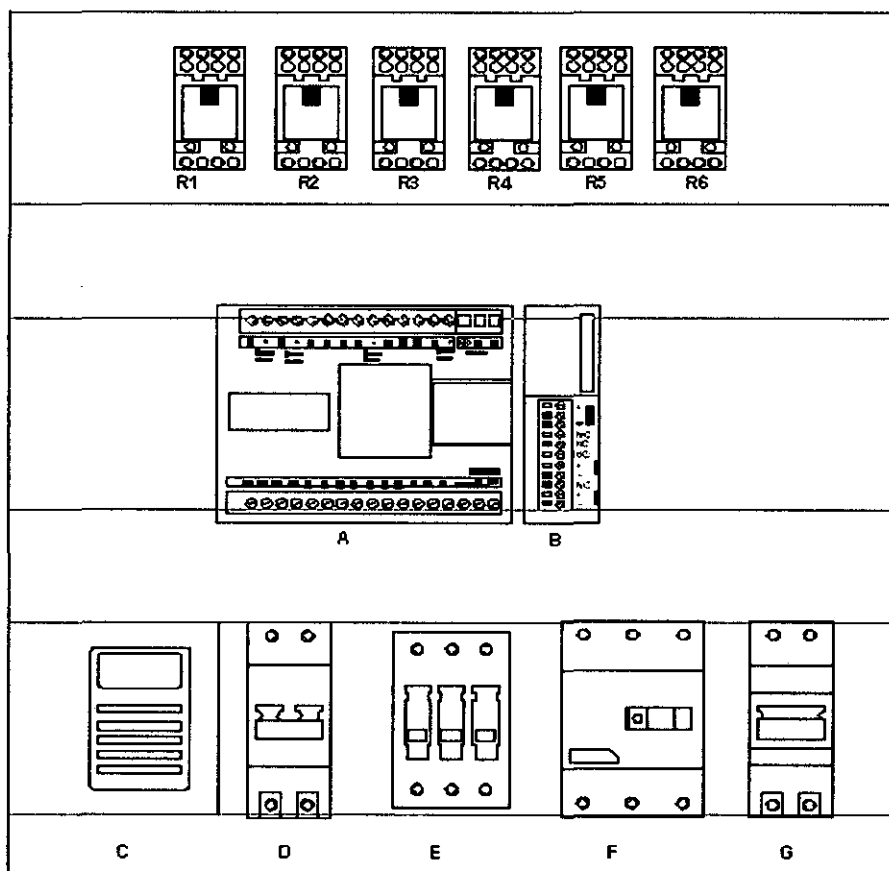


Figura 4.12. Disposición de los elementos en el armario electrónico. (Fuente: Elaboración propia).

Identificación de la nomenclatura utilizada en la distribución de los elementos en la placa interna del armario electrónico.

R1 : Relé de activación de motor.

R2 : Relé de activación de resistencia eléctrica.

R3, R4, R5, R6: Relés de activación de bobinas de las electroválvulas.

A : PLC Twido.

B : Módulo analógico.

C : Fuente externa de 24 V DC.

D : Interruptor electromagnético (Breacker).

E : Contactor del motor.

F : Guarda motor.

G : Interruptor general.

4.5 DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE PLANCHADO DE SOMBREROS.

En este apartado se describe la programación del PLC y los Software vinculados a su programación, el programa del PLC se implementó con instrucciones basadas en lenguaje de programación estándar (Ladder) y realiza las funciones de control siguiendo el algoritmo diseñado. El programa de este proyecto está desarrollado en el TWIDO SUITE V2.31.4 para el PLC y el software Vijeo Designer para la HMI Magelis.

4.5.1 Twido suite.

El PC debe cumplir los siguientes requisitos de hardware mínimos para ejecutar el software de programación: Sistema operativo Windows 200,

Windows XP (Profesional o Home) y 100 MB libres en el disco duro. En la figura 4.13 se muestra el espacio de trabajo de la ventana principal del TWIDO SUITE.

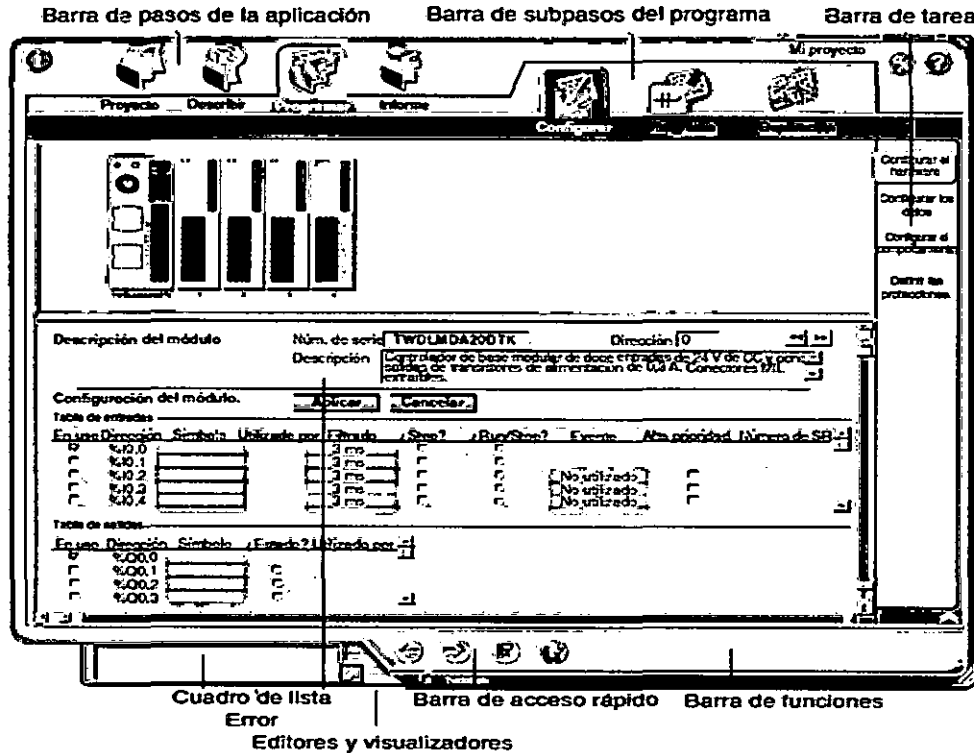


Figura 4.13. Espacio de trabajo del Twido suite. (Fuente:Telemecanique(2007), manual TwidoSuite).

La figura 4.13 ha sido tomada del manual de Twido Suite proporcionado por Telemecanique³⁴, a continuación se hace una descripción del espacio de trabajo del TwidoSuite de esta imagen.

- **Barra de pasos de la aplicación:** Muestra los cuadros de la aplicación Twido suite.
- **Barra de Subpasos del programa:** Muestra los tres subpasos del programa (confirmar, programa, depuración.)

³⁴ Imagen tomada de la guía de programación de Twido Suite (09-2007), recuperado en WWW.telemecanique.com

- **Barra de tareas:** Proporciona acceso a todas las tareas que puede realizar en el paso o subpaso seleccionado de la aplicación.
- **Barra de funciones:** Proporciona acceso a funciones especiales asociadas a la tarea seleccionada.
- **Barra de acceso rápido:** Muestra los comandos anterior, siguiente y los acceso directos a guardar.
- **Editores y visualizadores:** Se trata de ventanas de TwidoSuite que organizan los controles de programación.
- **Barra del cuadro de lista:** Muestra información acerca de la aplicación, el controlador y Twido Suite.

4. 5.2 Diagrama de flujo del programa.

El programa del PLC se desarrolla siguiendo la lógica de los siguientes diagramas de flujo.

Diagrama de flujo general: Se describe la secuencia general del programa de control para el proceso de planchado de sombreros, en la figura 4.15 se representa la estructura principal del programa desde el inicio al energizar el tablero luego la selección del modo de trabajo de la máquina en manual o automático.

Diagrama de flujo en modo manual: Se establece la activación de los pulsadores de control de los cilindros hidráulicos y el monitoreo de la presión, temperatura y el tiempo de planchado a través de la HMI, la secuencia del proceso en modo manual se muestra en la figura 4.14.

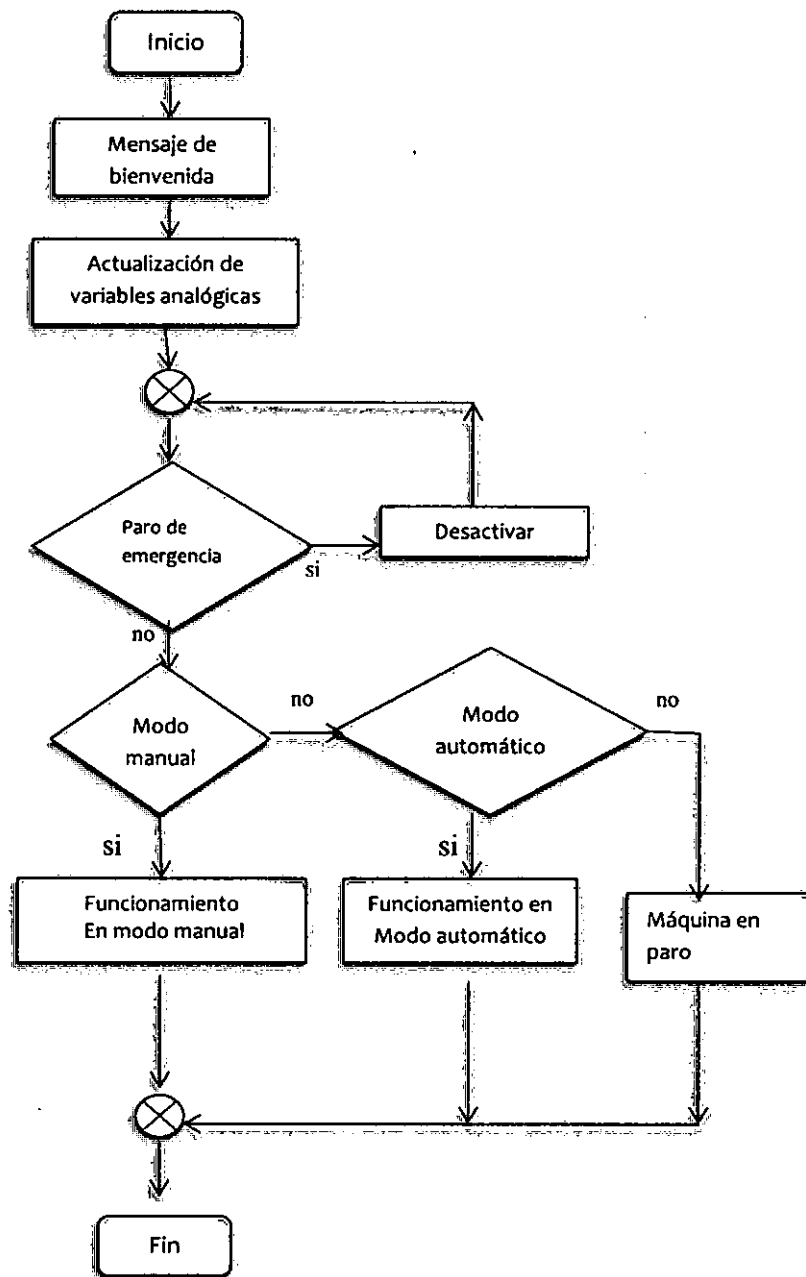


Figura 4.14. Diagrama de flujo general.
(Fuente. Elaboración propia).

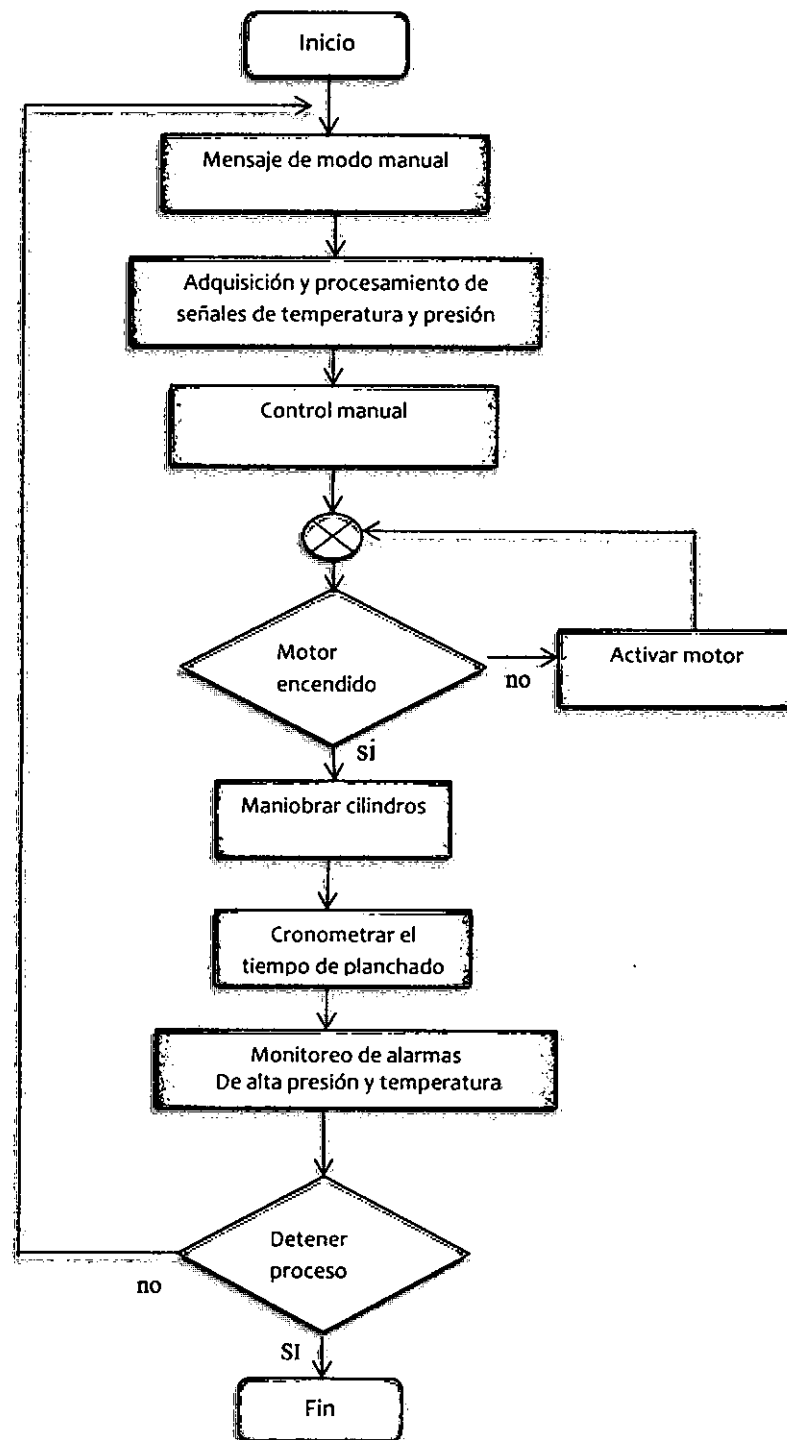


Figura 4.15. Diagrama de flujo para el modo manual.
Fuente: Elaboración propia.

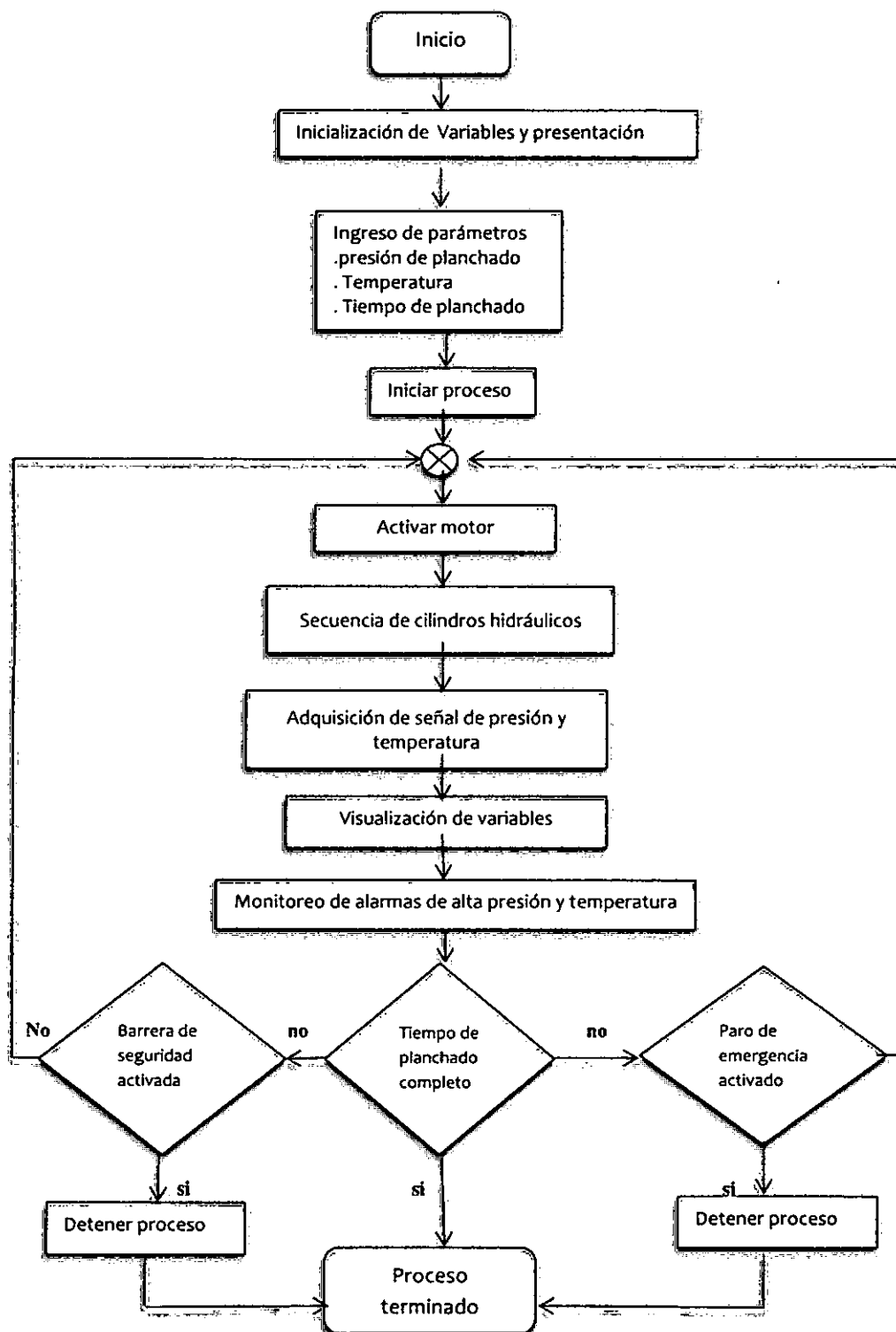


Figura 4.16. Diagrama de flujo para modo automático.
Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de flujo en modo automático: En modo automático las acciones de control sobre los actuadores, y los parámetros para dar inicio al proceso se ejecutan desde la HMI conectada al PLC, en la figura 4.16 se muestra las secuencias de este proceso.

4.5.3 Programa de aplicación del PLC en Twido Suite.

En este apartado se describe el programa PLC que toma el control de la máquina, para realizar las operaciones correspondientes según las órdenes del operador tanto en modo manual y automático.

Para el control se temperatura se realizó un control ON-OFF con estérasis de 2.5 °C, puesto que el planchado del sombrero no requiere un control preciso, el rango de temperatura asociado comprende desde los 110 °C hasta 120 °C como máximo, el valor deseado de temperatura del molde es ingresado desde la HMI y en el programa del PLC se realiza el ajuste de la estérasis correspondiente.

Seguidamente se describen las secciones del programa de control diseñado para el PLC, que se presenta como anexo N°: 02.

SECCIÓN 1: En esta sección se activa el modo manual y se llama a la subrutina SR0 que describe la secuencia para el control en modo manual.

SR0: Describe la activación del contacto del motor y las bobinas de las electroválvulas para realizar las maniobras de los cilindros hidráulicos.

Red 1: Se activa la bobina de la electroválvula permitiendo el desplazamiento del cilindro hidráulico principal y la activación de los contactos de los finales de carrera.

Red 2: Se activan las bobinas de: Retroceso del cilindro hidráulico principal, avance de cilindro hidráulico secundario con la condición de que la presión sea menor que 30 psi y posteriormente retroceder el cilindro hidráulico secundario.

SECCIÓN 2: Se desarrolla la secuencia del modo automático.

Red 0: Se activa la memoria de enclavamiento del modo automático al dar inicio al proceso, se desenchava si se activa el paro de emergencia, la cortina de luz o si el proceso ha terminado.

Red 1 y 2: Se establece la temperatura de planchado y la histéresis de $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ y se programa la condición para que el cilindro hidráulico principal empiece su recorrido.

Red 3. a Red 5: Se establecen las condiciones para activar o desactivar la resistencia eléctrica en modo manual o automático y activa el piloto si la temperatura o presión supera el valor deseado.

Red 6: Se activa el motor en modo manual o automático.

Red 7 y 8: Se programa un tiempo de seguridad. Al activarse el motor después de tres segundos empieza el recorrido del cilindro hidráulico principal.

Red 9 y 10: Se establecen las condiciones para realizar la conmutación de las electroválvulas.

Red 11 y 12: Al cumplir las condiciones de la red 9 y red 10 se activa el retroceso del cilindro hidráulico principal y avance del cilindro hidráulico secundario.

Red 13 a Red 16: Se programa el ingreso del tiempo de planchado del sombrero, cumplido este tiempo se activa el retroceso del cilindro hidráulico secundario (Red 16).

Las direcciones de memoria de **%M30 a %M36** corresponden a las direcciones de entradas desde el panel del operador, estas memorias guardan la señal de los interruptores y pulsadores que permiten maniobrar la máquina y se ejecutan en el programa del PLC para desarrollar las acciones configuradas.

4.5.4 Configuración de la HMI.

La configuración de la HMI Magelis de la serie XBT GT1335 se realizó en el software Vijeo Designer, donde se crea el proyecto para la aplicación, el proyecto incluye toda la información (como dibujos, alarmas e información de hardware). La interface del software de Vijeo Designer tiene diferentes barras de herramientas y ventanas que ayudan a una mayor comprensión y orden, a la hora de realizar la aplicación por el usuario.

4.5.4.1 Diseño gráfico de la aplicación.

El diseño gráfico de la HMI se realizó utilizando objetos y formas pre definidas por el Software Vijeo Designer, dentro de los objetos redefinidos se encuentran botones, marcos, pilotos, etc.

Todo esto permite armar una ventana de diálogo que representa al proceso de planchado. En la figura 4.17 se puede ver la pantalla Vijeo Designer con sus partes para realizar el diseño de pantallas.

4.5.4.3 Estructura de las ventanas.

A continuación se describe las características y el funcionamiento de cada ventana de diálogo de la HMI.

Pantalla de presentación.

Esta ventana muestra una presentación con el nombre del proyecto, tiene como fondo la imagen del modelo mecánico de la máquina, y contiene los botones de selección de modo manual o automático y paro de emergencia.

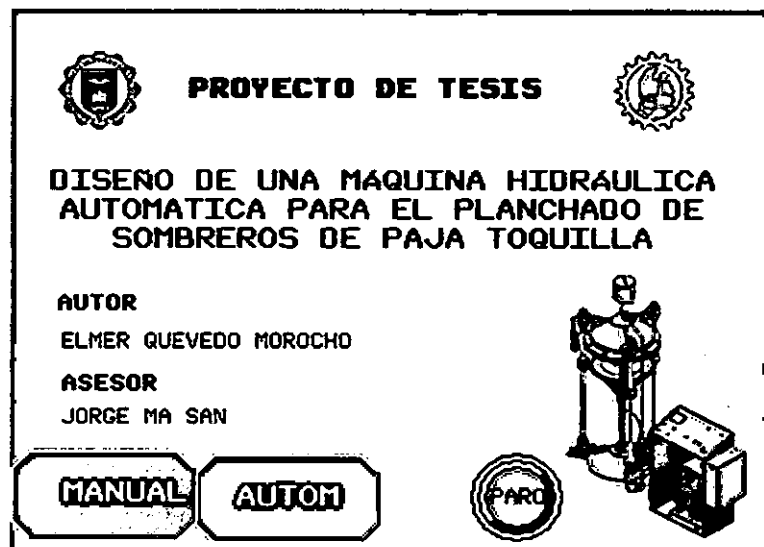


Figura 4.18. Ventana de bienvenida del HMI (Fuente: Elaboración propia).

Pantalla modo manual.

En esta pantalla se representa los pulsadores del panel de operador para el control de los cilindros hidráulicos, es decir la máquina se puede operar desde la HMI o desde el panel del operador. Solamente se puede visualizar el estado de las variables pero no cambiar su valor, además se observa de forma animada el avance de los pistones de cada cilindro hidráulico.

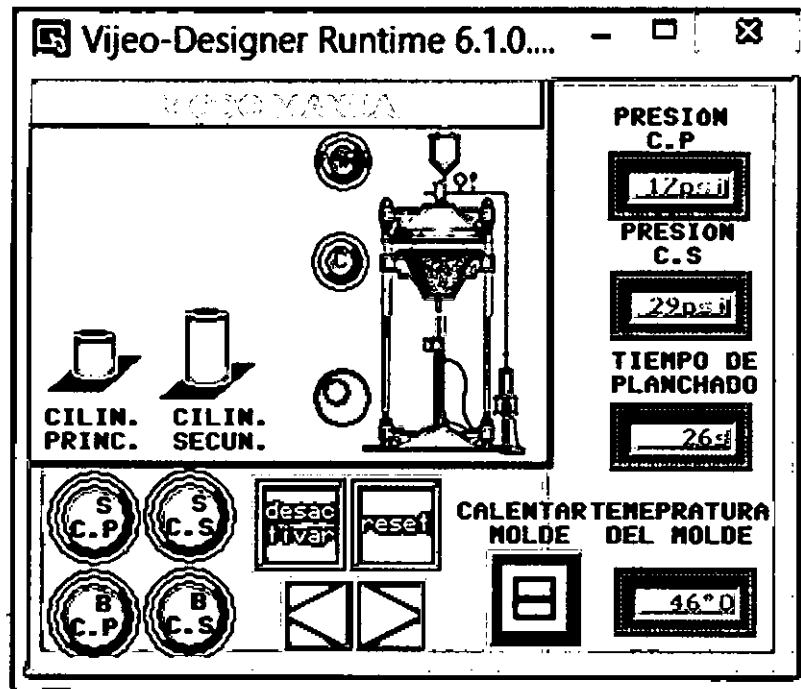


Figura 4.19. Ventana en modo manual del HMI. (Fuente: Elaboración propia).

Pantalla de modo automático.

Esta pantalla, figura 4.20 está diseñada para configurar los parámetros requeridos por el proceso, se ingresan el set point de la temperatura, presión de planchado y el tiempo. Una vez ingresado los parámetros, se pulsa el botón de inicio del proceso, la máquina empieza a trabajar solo si se ha completado los casilleros de ingreso de las variables y si los datos ingresados están dentro del rango, caso contrario se muestra un mensaje de error. Cuando la máquina empieza su funcionamiento se puede monitorear las variables por medio de los visualizadores ubicados en el parte inferior derecha de la pantalla. El proceso se puede detener al ser pulsado el paro de emergencia, o si la cortina de luz detecta la presencia de la mano o un objeto extraño en el área de trabajo determinada entre el cono superior y el cono medio.

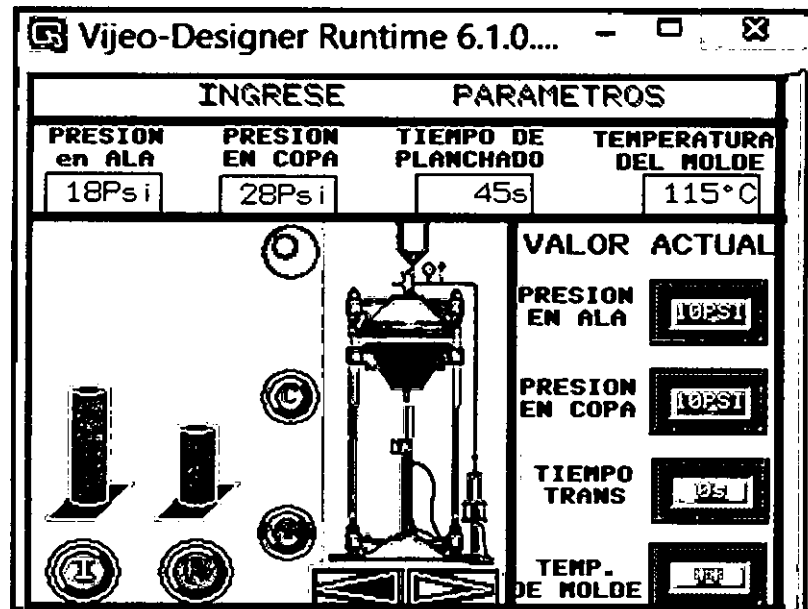


Figura 4.20. Ventana en modo automático del HMI. (Fuente: Elaboración propia).

Ventana de registro.

Esta ventana se diseñó para obtener un registro de cuantos sombreros son planchados y la hora que se plancharon, tanto en modo automático o manual.

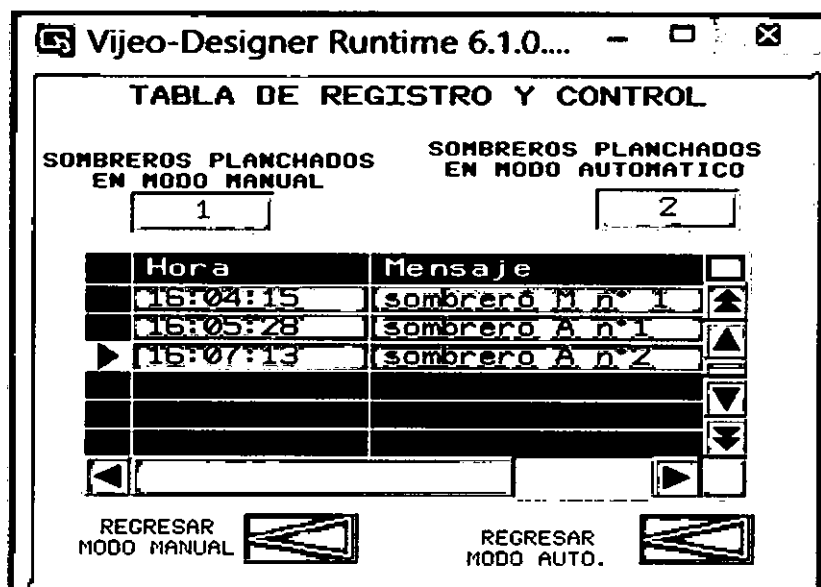


Figura 4.21. Ventana de registro de la HMI (Fuente: Elaboración propia).

CAPÍTULO V

COSTOS DEL PROYECTO.

En este capítulo se hace un análisis de los costos que demanda la fabricación y automatización de la máquina hidráulica automática planchadora de sombreros. El costo comprende los costos: Directos, de mano de obra y gastos administrativos.

5.1 PRESUPUESTO DEL COSTO DIRECTO.

Es el costo que degenera por la adquisición de equipos, accesorios y materiales necesarios para la construcción de la máquina, este costo directo se ha dividido en:

- Costo de materiales y elementos de la máquina.
- Costo de maquinaria y equipos.

5.1.1 Costo de materiales y elementos de la máquina (CMEM)

Es el costo de los materiales y elementos: Mecánicos, hidráulicos y eléctricos será la suma de los mismos, dado por la siguiente relación.

$$CMEM = C_{mm} + C_{mh} + C_{me} \quad (5.1)$$

C_{mm} = Costos de materiales mecánicos.

C_{mh} = Costos de materiales hidráulicos.

C_{me} = Costos de elementos eléctricos.

En la tabla 5.1 se presenta el resumen del presupuesto de estos materiales que asciende a S/.23,185.81 nuevos soles, los costos unitarios de las piezas y de los elementos y equipos que conforman la máquina se presentan en el anexo N°: 01.

Tabla 5.1. Costo de materiales y equipos de la máquina.

Costo de materiales y equipos de la máquina		
Nº	Descripción.	Sub total (S/.)
1	Parte mecánica.	8,600.61
2	Parte hidráulica.	5,352.20
3	Parte electrónica y eléctrica.	9,233.00
	TOTAL.	23,185.81

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Costo de la mano de obra directa (CMOD).

Es el costo - hombre que proporciona sus servicios para la construcción de la máquina. Para el cálculo de la mano de obra directa se considera los salarios de los trabajadores involucrados en la construcción de la máquina, como técnico tornero, técnico soldador, ayudante del tornero, pintor y técnico electrónico, después se calcula el costo/hora de cada trabajador. Entonces el costo de la mano de hora directa será el número de horas de trabajo multiplicado por el costo/hora.

$$CMOD = \text{Horas trabajadas} \times \text{costo por hora} \quad (5.2)$$

El tiempo que demora la implementación de la máquina hidráulica automática planchadora de sombreros se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 5.2. Tiempo estimado en la implementación de la máquina.

Nº	Descripción de los trabajos	Tiempo empleado (Días)
1	Adquisición de elementos mecánicos.	10
2	Selección de los elementos hidráulicos.	
3	Adquisición elementos electrónicos.	
4	Corte y rolado de piezas.	4
5	Mecanizado en torno y en fresadora.	20

<i>Continuación de la tabla 5.2</i>		
6	Trabajos de soldadura.	6
7	Masilla y pintado.	4
8	Armado, instalación de elementos eléctricos, electrónicos y puesta en marcha.	10
	TOTAL DE DÍAS	50

Fuente: Elaboración propia.

El costo de la mano de obra directa se estima en la tabla 5.3 las horas de trabajo son tomadas de la tabla 5.2

Tabla 5.3. Costo de mano de obra.

N °	Operador	Salario mensual (S/.)	Costo hora(s/.)	Horas de trabajo (h)	Costo(S/.)
1	Técnico tornero.	1,600	6.7	160	1,072
2	Técnico soldador.	1,300	5.4	48	260.0
3	Ayudante mecánico.	850	3.5	160	566.7
4	Pintor.	1,200	5.0	34	170.0
5	Técnico Electrónico.	2,500	10.42	80	833.6
	Costo total				2,902.3

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 5.3 el costo de la mano de obra directa es de S/. 2,902.3 nuevos soles.

5.1.3 Costo de maquinaria y herramientas (CMH).

Tomando como referencia el costo de máquina/hora proporcionado por los talleres de metal mecánica del distrito de Castilla - Piura, se halló el costo de las máquinas y herramientas que intervienen en la fabricación de la máquina planchadora de sombreros. Como se muestra a continuación.

Tabla 5.4. Costo de máquinas y herramientas.

N°	Equipo	Costo hora (S/.)	Horas de trabajo(H)	Costo (s/.)
1	Torno.	20	70	1,400.0
2	Fresadora.	20	90	1,800.0
3	Soldadora	10	20	200.0
4	Taladro.	5	15	75.0
5	Amoladora.	5	10	50.0
6	Compresor.	8	5	40.0
7	Cortadora de plasma.	15	15	225.0
8	Herramientas varias.	1	100	100.0
	Costo Total			3,890.0

Fuente: Talleres Metal mecánica, Castilla – Piura.

El costo directo que demanda la utilización de las máquinas y equipos es de S/ 3,890.00 nuevos soles.

Con los cálculos anteriores de costos directos se halló el costo directo total, cuyo valor es la suma de:

$$CD = CMEM + CMOD + CMH \quad (5.3)$$

CMEM: Costo de materiales y elementos y elementos mecánicos.

CMOD: Costo de mano de obra directa.

CMH: Costo de máquinas y herramientas.

$$CD = 23,185.81 + 2,902.3 + 3,890.0 = 29,978.11$$

El costo directo total para la fabricación de la máquina planchadora de sombreros asciende a: S/. 29,978.11 nuevos soles.

5.2 COSTO DE GASTOS INDIRECTOS (PGI).

Son aquellos gastos que se realizan para la ejecución de la máquina, que no han sido considerados en los costos directos.

Costos ingenieril: Es la suma de los costos, que son de aplicación a todo lo referente a gastos sobre el diseño del equipo.

Utilidad: Para este caso se considera cero por ser un proyecto de tesis, pero generalmente puede ser entre el 8 – 15 % del costo total.

Imprevistos: Son aquellos gastos que por cualquier motivo no son incluidos en los costos directos, pero en general puede ser entre 1 - 10% del costo directo total.

Tabla 5.5. Presupuesto del costo indirecto.

N °	Gasto indirecto	Concepto	Cantidad	Sub total(s/.)
1	Costo ingenieril	diseño y supervisión de construcción de montaje	1	2,000.0
		Documentación.	1	500.0
2	Imprevistos	15 % del costo directo total (29,978.11)	1	4,496.72
	Total			6,996.72

Fuente: Elaboración propia.

5.2 COSTO TOTAL DE GASTOS DEL PROYECTO.

El costo total del proyecto (PTGP) será igual a la suma de los presupuesto de gastos directo mas el presupuesto de gasto indirectos, ascendiendo este monto a S/. 36,974.83 nuevos soles.

Tabla 5.6: Resumen del costo total.

COSTO TOTAL	
Costo directo	29,978.11
Costos indirectos	6,996.72
Total	36,974.83

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES.

- Se cumplió con el objetivo de diseñar el modelo mecánico, hidráulico y electrónico de la máquina planchadora de sombreros; Se realizó el programa de control de la máquina en el PLC Twido TWDLCAA24DRF, y se logró simular el control de la presión y temperatura con el software Vijeo Designer y monitorear el proceso a través de un SCADA diseñado en la Interface Hombre Máquina (HMI).
- La parte mecánica de la máquina se diseñó bajo el requerimiento específico de la presión de planchado 30 psi y las tensiones que se generan, las piezas fueron diseñadas en el software SolidWorks para realizar el modelo y simulación. Los materiales fueron seleccionados en base a las buenas propiedades mecánicas y que cumplen con las exigencias de diseño, se seleccionó acero SAE 1040 para los ejes soportes, plancha de acero ASTM A 283 para los conos y acero inoxidable para las tuberías de impulsión de agua (sistema secundario).

Los valores de esfuerzos y deformaciones calculados en el capítulo III en la parte mecánica arroja un valor de 14 como coeficiente de seguridad en los ejes para el esfuerzo, aparentemente un valor alto pero se debe tener en cuenta la rigidez de los mismos no debe ser excesiva y en base a ello se tiene un valor de deformación de sólo 0.13 mm. Valor muy aceptable para unos ejes tan largos y esbeltos.

- Para lograr la presión requerida de planchado se seleccionó y calculó los elementos necesarios: bomba de engranajes de 2.4 GPM, motor eléctrico de 5 CP con un factor de seguridad de 1.3, cilindros de doble efecto, electroválvulas biestable 4/3 vías, mangueras de admisión de ½" y de impulsión 5/16. El circuito hidráulico se simuló en el software FluidSIM, obteniendo la animación del proceso en modo manual y automático.

Así mismo se seleccionó los elementos eléctricos, electrónicos de control y seguridad: guardamotor, interruptor electromagnético, contactor con un coeficiente de seguridad de 1.25; relés, finales de carrera, botón de paro emergencia y cortina fotoeléctrica; estos elementos fueron seleccionados de marcas reconocidas para garantizar el correcto funcionamiento y seguridad de operación.

- Se diseñó el programa de control de la máquina en el PLC a través del software Twido-Suite, el diseño del programa del PLC realiza la secuencia de accionamiento de los actuadores y el control de la presión y temperatura también permite la manipulación y monitoreo de las variables desde la HMI. El sistema de control se diseñó con una interface HMI de pantalla táctil. La simulación de la interface se hizo con el software Vijeo Designer a través de cuatro ventanas de diálogo que permiten monitorear y controlar el proceso de planchado.
- El control de temperatura se diseñó acorde a las características del molde del sombrero cuyo material es aluminio y es calentado por una resistencia eléctrica, dado que la variación de temperatura en el molde es lenta, la respuesta al control de temperatura On – off con una histéresis de ± 2.5 se mantendrá dentro de los rangos de tolerancia aceptable por lo que se puede concluir que la elección de este tipo de control es correcto.
- El análisis de costo determina que la máquina tiene un valor de S/. 36,974.83 nuevos soles, que inicialmente podría considerarse un monto considerable, pero, si lo comparamos con los costos de producción de planchado manual estos son elevados y constituyen un cuello de botella para la producción de sombreros, debido a que el tiempo que se demora el planchado manual es de 30 a 40 minutos y con la máquina automática es sólo de 90 segundos.

RECOMENDACIONES.

- Para construir la prensa se debe de tener cuidado en el mecanizado de las piezas, prestando atención en el ensamble de las correderas del eje que deben estar centradas con respecto al centro de los conos, de esto dependerá el buen desplazamiento del cono medio deslizante, además se recomienda lubricar los ejes.
- La selección de los equipos hidráulicos, electrónicos y eléctricos deben de estar de acuerdo a las características descritas en esta investigación y ser de marcas reconocidas, para asegurar su buen funcionamiento y a la vez garantizar la seguridad tanto de la máquina como la del operador.
- No sobrepasar la presión mayor de 30 psi establecidas como límite, puesto que de hacerlo puede romper la matriz. Asegúrese de que no exista fugas de aceite, esto disminuye el rendimiento de trabajo y puede ocasionar accidentes durante la manipulación.
- Se recomienda colocar una electroválvula 3/2 vías, si se requiere controlar la velocidad del avance del cono medio deslizante y una válvula de alivio para dar mayor seguridad al sistema hidráulico.
- La máquina debe de operar en un ambiente seco y libre de polvo, para que el fluido hidráulico no se contamine con facilidad y evitar el cambio en poco tiempo del fluido y filtro.

BIBLIOGRAFÍA.

1. E. F. Megyesy (1980). Manual de Recipientes a Presión. México: Editorial LIMUSA, SA.
2. Bolton, W. (2001). Mecatrónica sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica 2^{da} edición. Editorial ALFA OMEGA.
3. Martínez S., Victoriano A. (2001). Automatización Industrial Moderna Edición original. Editorial ALFA OMEGA.
4. Tyler G. Hicks. (1983). Manual práctico de cálculo de ingeniería. España: Editorial REVERTE S.A.
5. P. Díaz Bravo (2007). Transferencia de calor. Perú: Editorial ARCÁNGEL.
6. R. C. Hibbeler (2006). Mecánica de Materiales Sexta Edición. México: Editorial PERSON EDUCACIÓN.
7. Shigley, Joseph E. (2002). Diseño en Ingeniería Mecánica 6^{ta} edición. Editorial Mc GRAW HILL.
8. Schneider Electric. (2008). Manual de programación de TwidoSuite, Versión: 2.1.
9. Schneider Electric. (10-2010). Manual de información Vijeo Designer, Versión: 1.2.

LINKOGRAFIA.

10. Autómatas programable (2001). Curso básico de autómatas programables. Recuperado de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/webcqmh1/pagina%20priccipal/index.htm>

11. A. G. Mejía (2008), Cálculo Selección y Análisis numérico de un recipiente a presión, recuperado de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2271/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1>
12. Blanca A. Cotilla I (2008). Automatización. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/automatizacion-en-procesos-como-mejores-practicas.htm>
13. Cando Enterprises INC (2012). Dimensión de mangueras hidráulicas, recuperado: http://www.cando-usa.com/Hydraulic_hose/DIN_EN.html
14. Castaño A. & Moreno, H. (2004). El proceso del diseño: Diseño de máquinas. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/27237244/Libro>
15. Emagister (2013). Sistemas Hidráulicos: Teoría de funcionamiento. Recuperado de <http://www.emagister.com/sistemas-hidraulicos-teoria-funcionamiento-cursos-2454931.htm>
16. Gómez L. (s.f). Automatización Industrial principios y aplicaciones. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/29338450/automatización-industrial>
17. Jara J. (2013). Planchadora de sombreros Pirí. Recuperado de <http://www.abc.com.py/edicion-impresas/interior/artesanas-de-emboscada-recibiran-una-planchadora-de-sombreros-piri-532260.html>
18. Paja toquilla. (2008). Luigisalas. Recuperado de <http://luigisalas.com/2008/11/17/paja-toquilla-panama-hats-sombreros-finos-manabitas/>
19. Sombreros de paja toquilla. (2010). Nocturnar. Recuperado de <http://www.nocturnar.com/forum/estudios/435758-sombreros-de-paja-toquilla.htm>

ANEXOS

ANEXO N° 1: PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS.

MATERIALES MECÁNICOS						
	PIEZA	MATERIAL	CAN	PESO (kg)	P(s./.) / Kg	Precio total(S./.)
Estructura	Cono Superior	Plancha 5/16" ,De = 770 mm	1	29.2	7	204.75
	Cono Medio	Plancha de 1/4",De=960mm	1	96.1	7	672.57
	Cono Inferior	Plancha de 1/4",De=760 mm	1	22.6	7	158.29
	Cuello de cono superior	60Xmm1/4" x1890	1	5.5	7	38.35
	Brida(02)	Plancha de 1", De=720mm	2	81.2	7	1136.53
	Pestaña Sup. Cono Med.	Plancha de 1", De=600 mm	1	57.0	8	455.80
	Ejes(09)	Acero SAE 1045 ,De= 44 mm,l:1900mm	3	22.7	9	612.32
	Tapa cono superior	plancha de 1" De=295mm	1	8.6	8	69.19
	Tapa cono Medio	plancha de 1", De=220mm	1	7.6	8	60.64
	Tapa superior cono Inferior	plancha de 1", De=240mm	1	9.0	8	72.16
	Porta Molde (Con. Medio)	Plancha de 1", De=560	1	49.1	8	392.88
	Correderas de eje	Eje de 1000, De=100mm	1	61.7	10	616.59
	Extensión de conos	Plancha de 590x520x1"	1	61.2	8	489.38
	Tapa inferior de cono	Plancha de 1", De=670	1	70.3	8	562.38
	Bocina	Acero fundido 950 mm de=70	1	10.0	8	80.00
	Tubo para Agua	Tubo galvanizado de 9/8" X 2500mm	1	-	60	60.00
	Porta finales de carrera	plancha 1/8",900X900mm	1	2.2	7	15.68
	Cubo y porta pasador cil. Secundario.	acero , perfil 40X40X110mm	1	2.0	7	13.87
	Base de cilindro secundario acople M-B	plancha de 270x295x9/8"	1	6.0	7	41.69
	Base motor +base válvulas	plancha de 410x400x1/4"	1	8.2	7	57.22
			CANT.		PRE/UND.	
	Tolva	plancha inoxidable de 1/20"x1220x2400mm	0.5		240	120.00
	Cuero	Cuero vulcanizado de 720 X720mm	1		85	85.00
	Tuercas 1 9/4"	con arandela Din 46mm	10		12	85.00
	Muelle	de 8 vueltas de: 56, di: 45	1		20	20.00
	Elementos de sujeción de máquina	canaleta de 690x45x4.5	1		80	80.00
	Jebe	de caucho	1		560	560.00

			CANT	PESO (kg)	P(s/.)/ Kg	
Cilindros	Cilindro principal					
	Base de cilindro principal	plancha de 1", De 150mm	1	9.5	8	76.24
	Tubo cilindro principal	ASTM 53 DN: 50mm;	1	-	80	80.00
	Vástago cilindro principal	acero SAE 1045 ; D:1 1/4" x 620mm	1	-	60	60.00
	Pistón y tapa cilindro principal	acero 2" por 60mm	1	1.0	20	20.00
	Tapa cilindro principal	acero D:64X80mm	1	2.0	10	80.00
	Cilindro secundario			0.0		0.00
	Tubo cilindro secundario	ASTM 53 diámetro nominal 40x 240mm	1	-	80	80.00
	Contratapa cilindro secundario	plancha de 125X125X20mm	1	2.5	8	19.67
	Tapa y pistón cilindro secundario	acero D: 50 X90mm	1	2.0	15	30
	Vástago cilindro secundario	acero SAE 1045 1", por 110mm	1	-	90	90.00
	Pistón de agua	acero AISI 904 D 9"x 220mm	1	0.0	50	50.00
	Base pistón de agua	plancha de 1/4", por 125X125mm	1	0.8	9	7.01
	Vástago del pistón de inyección de agua	acero, D:20X110mm	1	0.3	30	8.10
Caja	Estructura	Angulo de 1"X1"1/8"x 6M	2	-	29	58.00
		Perfil T de 1"1/8" x 6M	2	-	29	58.00
	Depósito de aceite	Plancha de 1/16"X1220X2400mm	1	-	96	96.00
	Cubierta de caja de control	2 plancha de 1/22" x1220x2400	2	-	55	110.00
	Tapa de caja de control	1/2 Plancha de 1/16"x1220x2400mm	0.5	-	96	48.00
	Tapa lateral de caja	01 malla zaranda 1/8" 80x60mm	1	-	50	50.00
	Platina	1"X1/8" x 6M	1	-	19.5	19.50
pernos	Espárragos de unión	acero d 1/2", por 550mm	4	-	22	88.00
	Pernos de anclaje de máquina 9/4"	de 5" con tarugo	9	-	6	54.00
	Perno hexagonal 5/8"x5"	con tuerca; Unión de bridas	10	-	5	50.00
	Perno socket 5/8"x0,75"	brida del cilindro principal	4	-	9.5	38.00
	Perno de 9/8"x1" con tuerca	Anclaje cilindro menor	2	-	2.8	5.60
	Perno de 9/8"x 1" con tuerca	anclaje de motor y bomba	8	-	2.8	22.40
	Perno de 9/8"x1/2" con tuerca	anclaje de base del motor	4	-	2.5	10.00
	Tornillo de 1/4"x1"	Tapa de la caja	10	-	0.8	8.00
	Perno de 1/2"x1"	sujeción de la placa porta bomba	2	-	1.9	3.80
	Tornillo inoxidable de 1/6"x2"	Guardamotor	2	-	1.5	3.00
	Pasadores	cono inferior y en jeringa	2	-	6	12.00
	Pintura base	para metal	1 Gal.	-	150	150.00

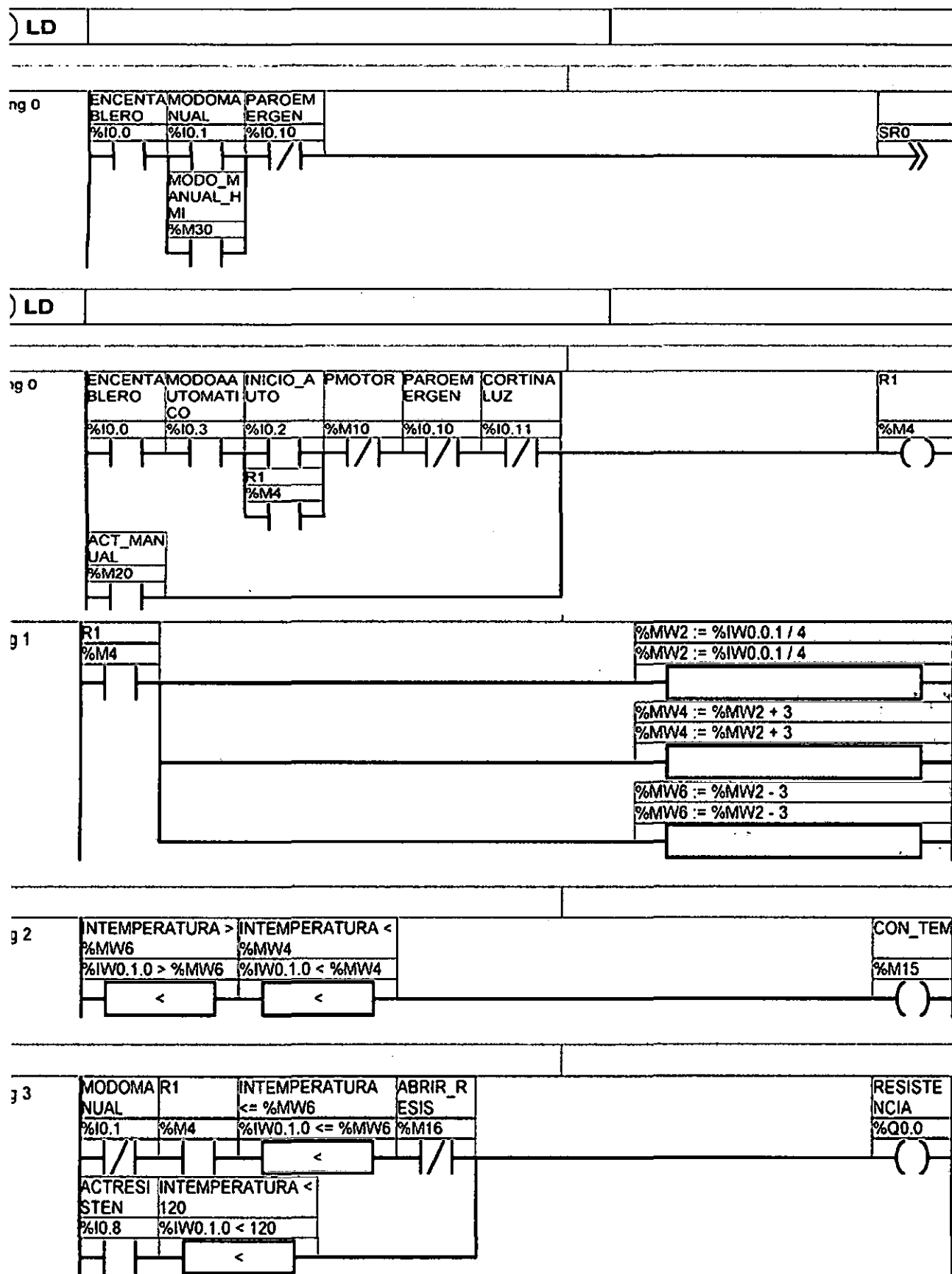
	Masilla	acabado de piezas	5KG		14	70.00
	Pintura de acabado	para metal anticorrosiva	1 Gln.	-	45	45.00
	Pintura epóxica	pintado interno de cono superior	1 Gln.	-	48	48.00
	Soldadura de bronce	4 varillas	0	-	18	18.00
	Soldadura para cono	AWS 7018(supercito)	10		4	40.00
	Soldadura para piezas	AWS 6011 (elec. Cellocord 1/8")	10		5	50.00
RETENES	Cilindro principal	reten de 4x 44	1	-	3	3
		reten de 2.5x 31.18	1	-	2.8	2.8
		reten de 4x31.8	1	-	3	3
		teflón de 10x3.7 x31.18	1	-	8	8
		teflón 1.8 x44	1	-	5	5
	Pistón cilindro principal	o-ring 3x19	2	-	2.5	5
		o-ring 5.33x40.65	2	-	4.8	9.6
		teflón 16x5x43	1	-	12	12
	Tapa cilin. Secundario	reten 25.4x31.75x3.5	1	-	4	4
	Tapa cilin. secundario	o-ring 4x33.9		-	4.8	0
		o-ring 3.2x25	2	-	3.5	7
	Pistón. Cilin. Secundario	o- ring 5.33x31	2	-	3.5	7
		o-ring 3x19	2	-	2.8	5.6
	Embolo pistón de agua	o-ring 6x68	2	-	6	12
TOTAL ELEMENTOS MECÁNICOS						9156.14
MATERIALES DE LA PARTE HIDRÁULICA						
Parte	EQUIPO Y/O MATERIAL	CANT.	DESCRIPCIÓN	P/U(\$/.)	TOTAL(\$/.)	
Equipos	Bomba Hidráulica	1	De engranajes de 2.4 GPM a 1800rpm	800	800	
	Motor	1	eléctrico monofásico de 5Hp a 1800rpm	1600	1600	
	Unión bomba motor	1	Acoples SKF	125	125	
	Electroválvula 4/3 de control direccional	2	ZAW-	780	1560	
	Manómetros	1	de 90PSI	90	90	
	Válvula de bola	1	Giro a la derecha 3/8"	15	15	
	Válvula de bola	1	Giro a la derecha de 1/8"	15	15	
	Hidrolina	1	1 Galón SAE10W-viscosidad c ST 38.	160	160	
	Filtro hidráulico	1	LFF 9520 de petróleo	90	90	
	Base para electroválvula 4/3	1	montaje en serie, sin limitadora	150	150	
s	Manguera (5/16"x0.6 M)	1	C.H.jic 1010 codo 90 y recta 1010	50	50	
	Manguera R2 5/16"x1.6 M	1	c.h .6 Jic 0606 codo 90° y recta 0606	70	70	

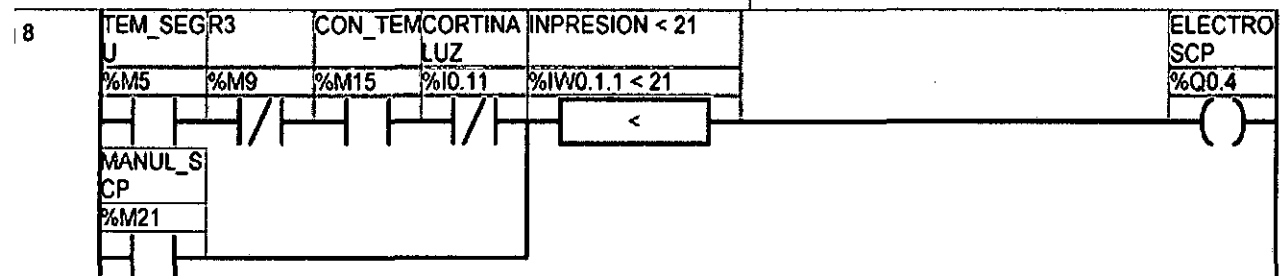
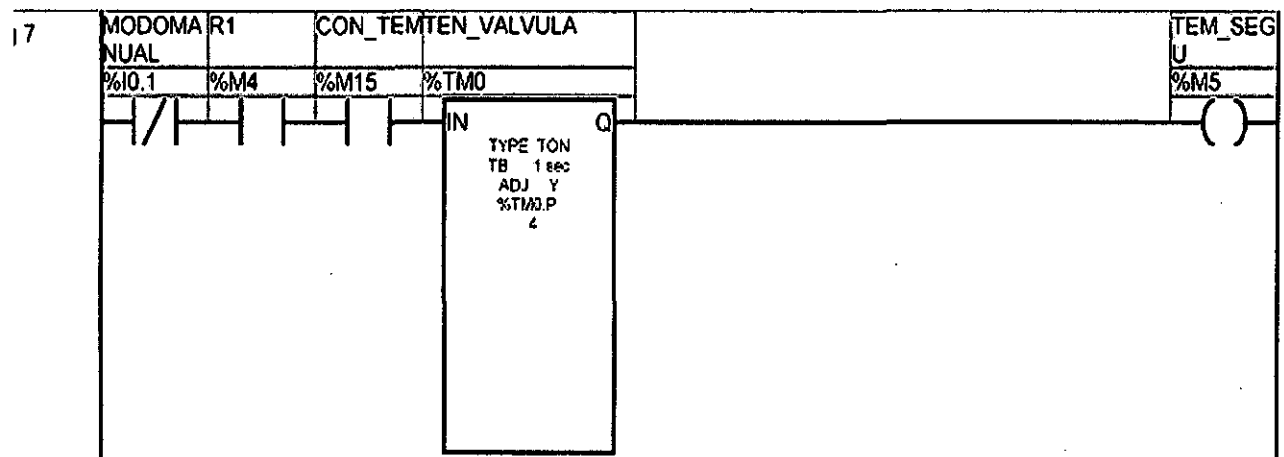
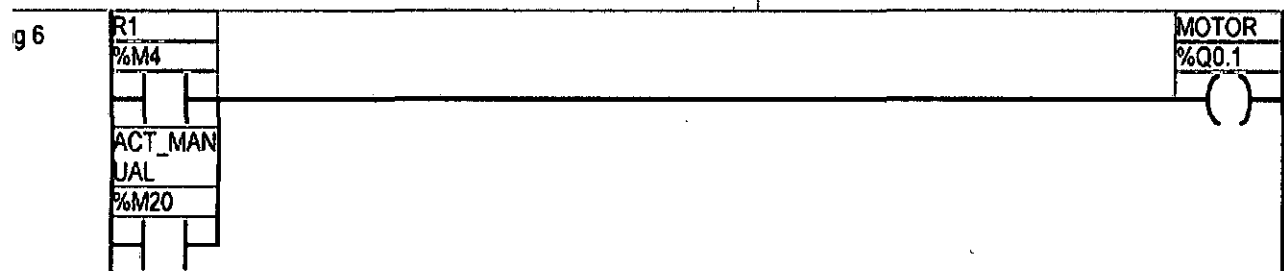
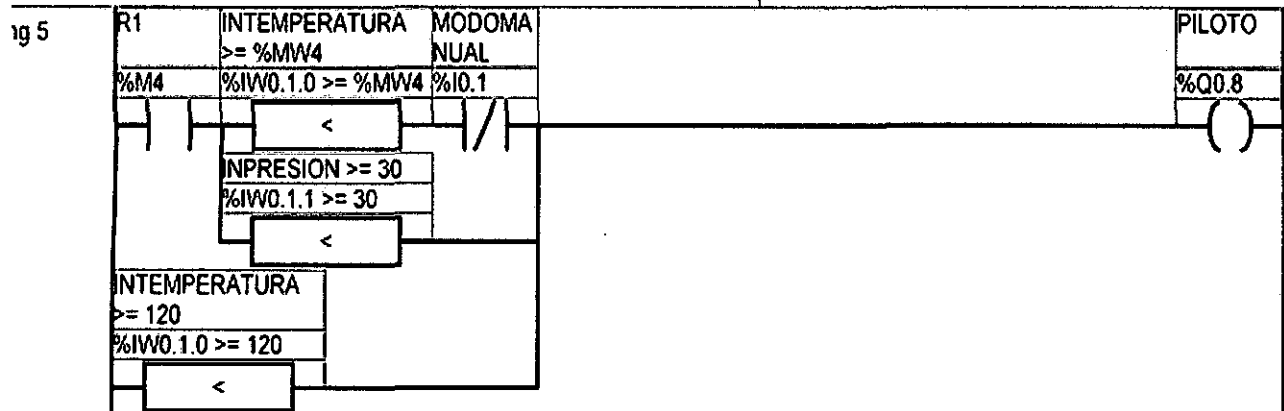
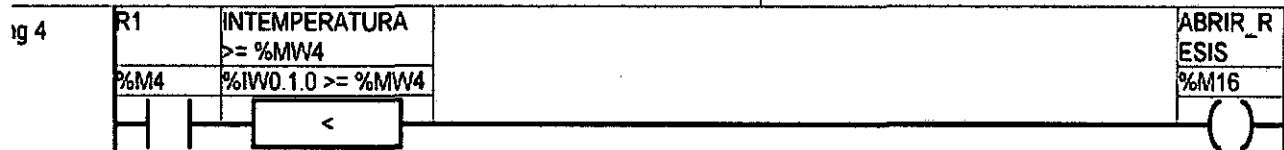
Manguera R2 1/2"x1 M	1	C. H JIC 0606 codo90° y recta 0606	60	60
Mangueras R2 5/16"x2.40 M	4	C. H 6 JIC 0606 Ambos extre.	80	320
Manguera R2 1/2"x0.60 M	1	C.H. 6jic ambos extremos	45	45
Adaptador macho	1	NPT_ JIC 0606	5	5
Adaptadores rectos	2	O_ ring Boss 0806	7	14
Glicerina Conex 1/4 NPT_ 1/2	1	adaptador de manómetro	45	45
Adaptadores machos	4	NTP- JIC 5/8" x 5/16"	5	20
Adaptador macho	4	NTP-JIC 1/4"x 1/2"	7	28
Adaptador 90	1	macho Boss_ Jic 1/2x1/2	9.52	9.52
Adaptador macho	1	boss_ Jic 1/2x5/16	6.78	6.78
Adaptador macho	1	NTP_ JIC 1/2x5/16	5.9	5.9
Acoples de sistema de agua	1	con rosca de 3/8"	68	68
TOTAL PARTE HIDRÁULICA				5352.2

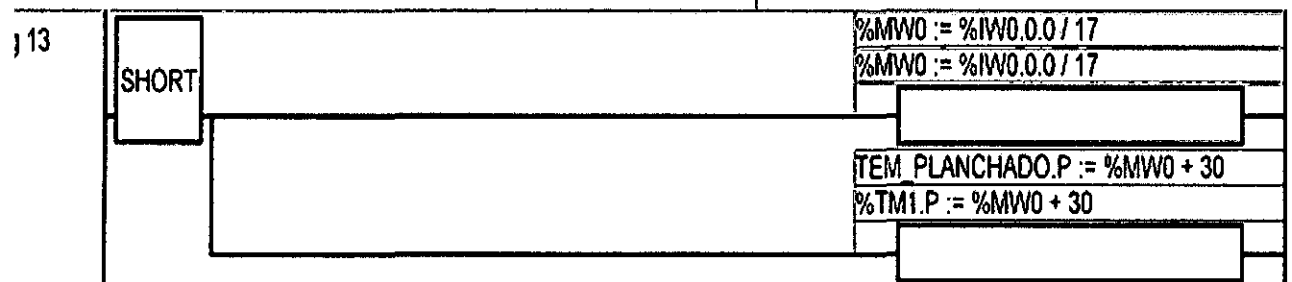
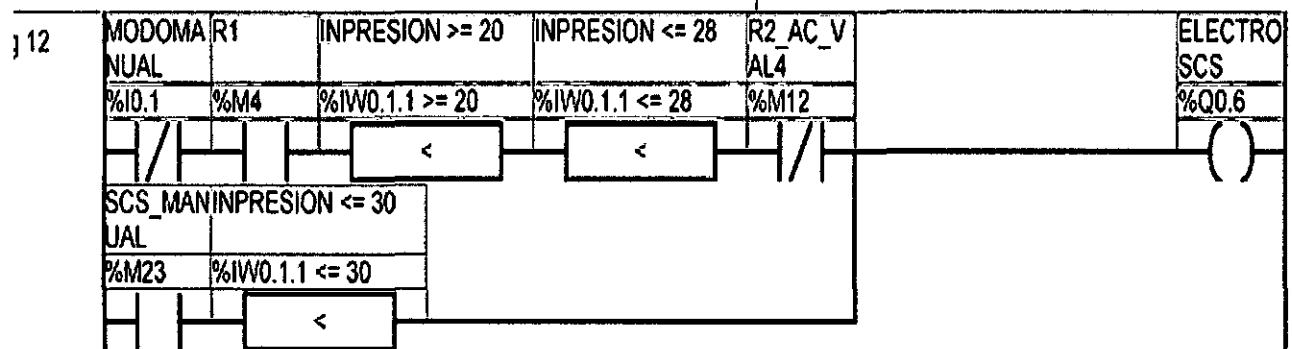
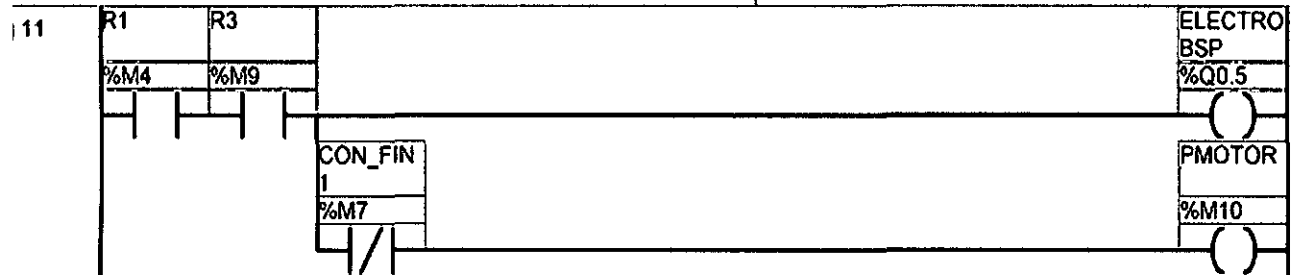
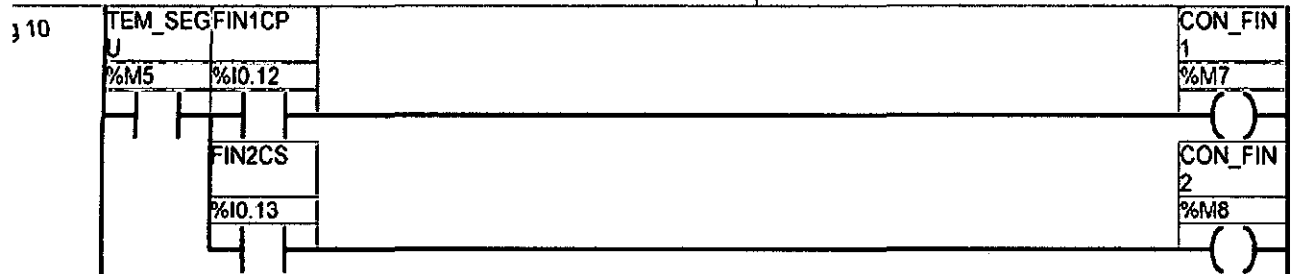
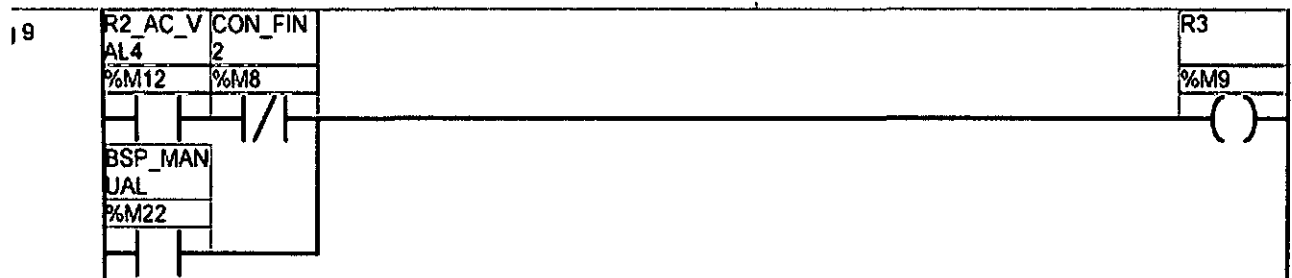
MATERIALES DE LA PARTE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA						
ITEMS	ELEMENTO	CANT.	Descripción	fabricante	P/u (S/.)	PT (S/.)
1	Cable	10 M	vulcanizado AWG 10	-	3	3
2	Finales de carrera	1	cuerpo metálico (LS30ABB)	ABB	85	85
3	Finales de carrera	1	cuerpo metálico, con roldana(LS40 ABB)	ABB	85	85
4	Sensor de presión	1	SPT25-20-5000*	AutomationDirect	330	330
5	Termocupla con transmisor	1	RLB/802/J	RESISTER MC	450	450
6	Botón de emergencia	1	XB4BS542	Schneider	110	110
7	Interruptor (energizar tablero) ON-OFF	1	0701103AB	Schneider	130	130
8	Swish (motor) ON-OFF	1	XB4BW73731G5	Schneider	110	110
9	Selector de palanca	1	KS43FB	Schneider	170	170
10	Pulsadores	5	XB4BA21	Schneider	90	450
11	Focos	1	XB5AVM3	Schneider	60	60
12	Cortina de luz (emisor)	1	YBB-14S4-0150-G012	AutomationDirect	600	600
13	Cortina de luz (receptor)	1	YBB-14R4-0150-G012	AutomationDirect	600	600
14	Fuente de 24V	1	PSU 100C 24v/ 0.6A	siemens	130	130
15	Contactador trifásica	1	LC1D12M7	Schneider	105	105
16	Guardamotor	1	GV2L14	Schneider	260	260
17	Relé de control	6	CR-P024DC2	abb	150	900
18	Llave general	1	A9F74310	Schneider	120	120

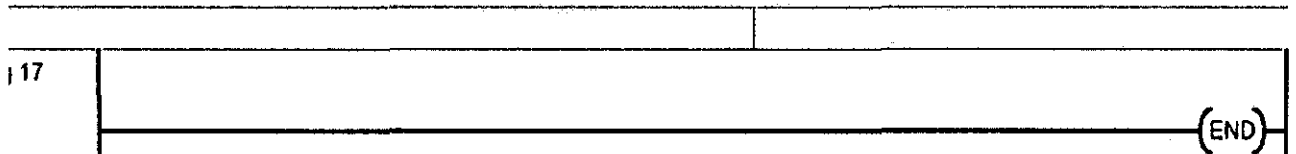
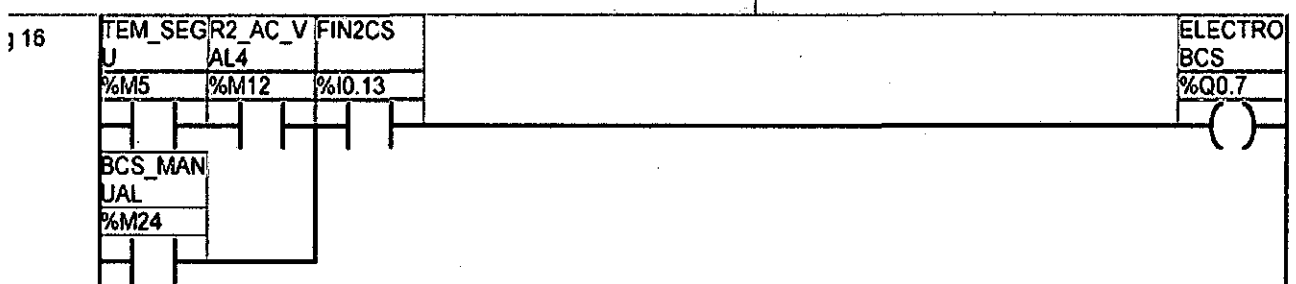
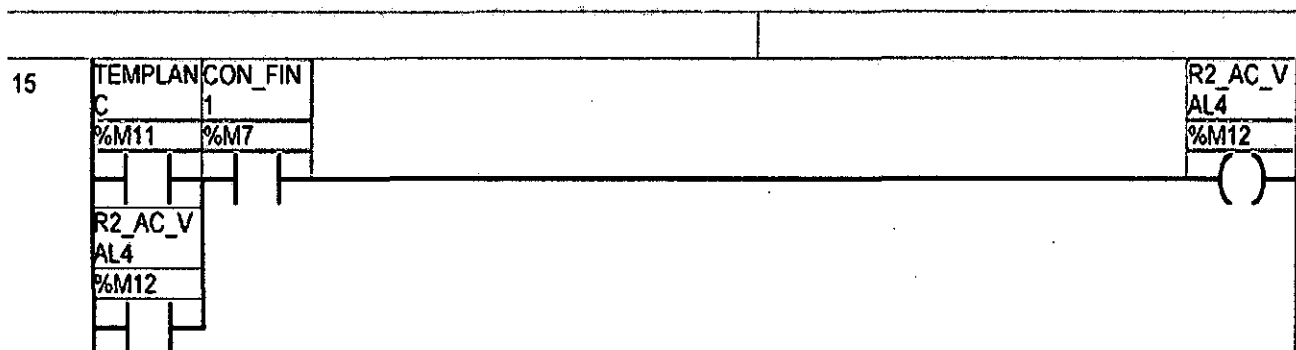
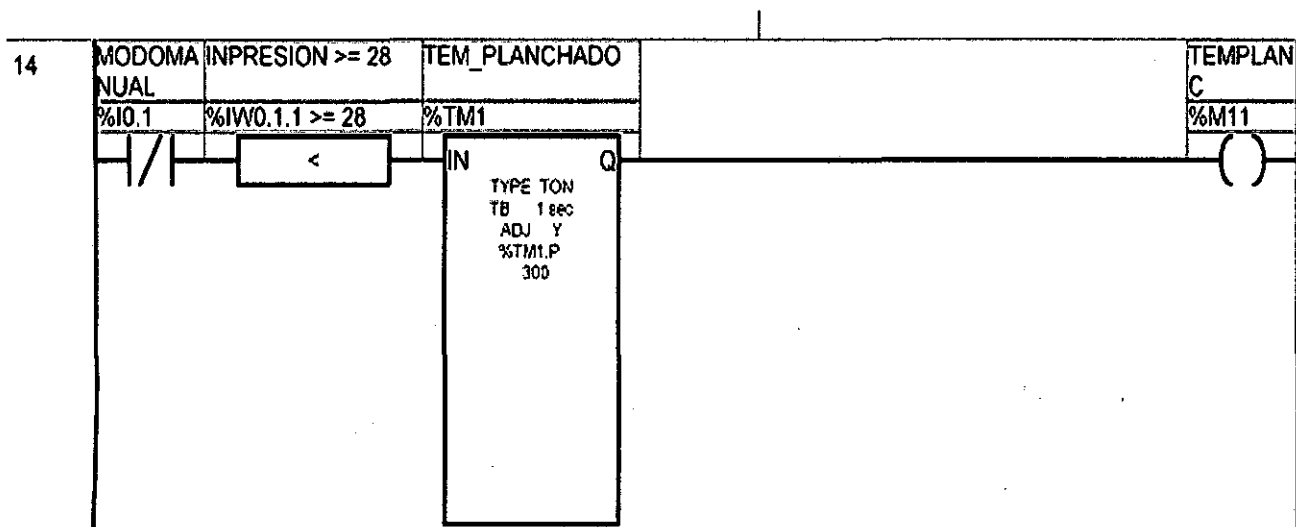
19	Gabinete 40x50cm	1	NSYCR54200	Schneider	295	295
20	Placa de montaje	1	NSYMM54	Schneider	60	60
21	Cables, borneras, canaletas	1	-	Schneider	400	400
22	PLC	1	TWDLCAA24DRF	Schneider	1100	1100
23	Módulo analógico		TWDAMI2HT	Schneider	350	350
24	HMI Magelis	1	XBT GT1100	siemens	1745	1745
25	Resistencia eléctrica	1		RESISTER MC	540	540
26	Porta fusible con fusible	1	DF101	Schneider	45	45
	TOTAL ELEMENTOS ELÉCTRICOS					9233

GRAMAS LISTAS Y DIAGRAMAS

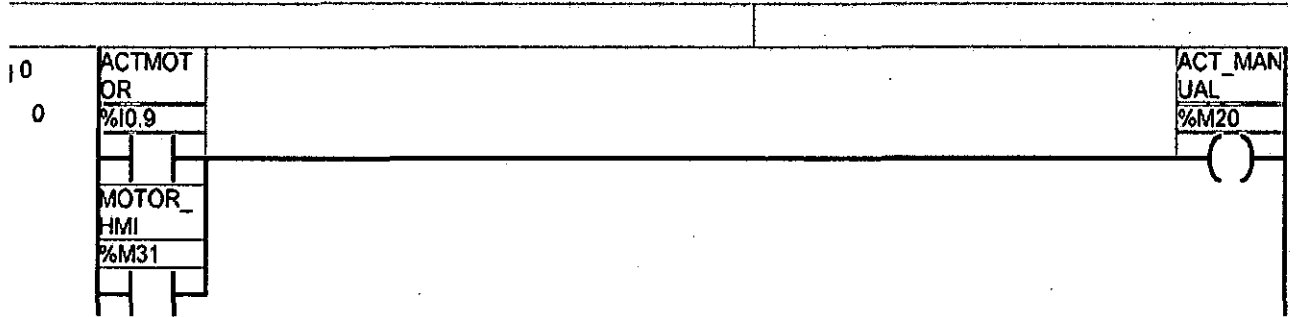


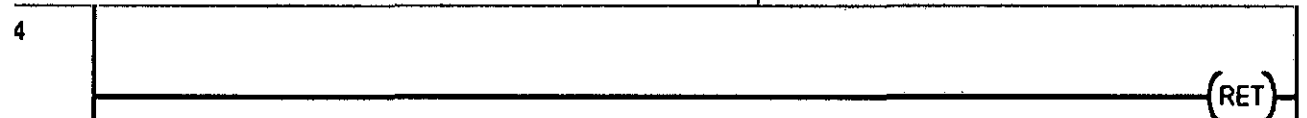
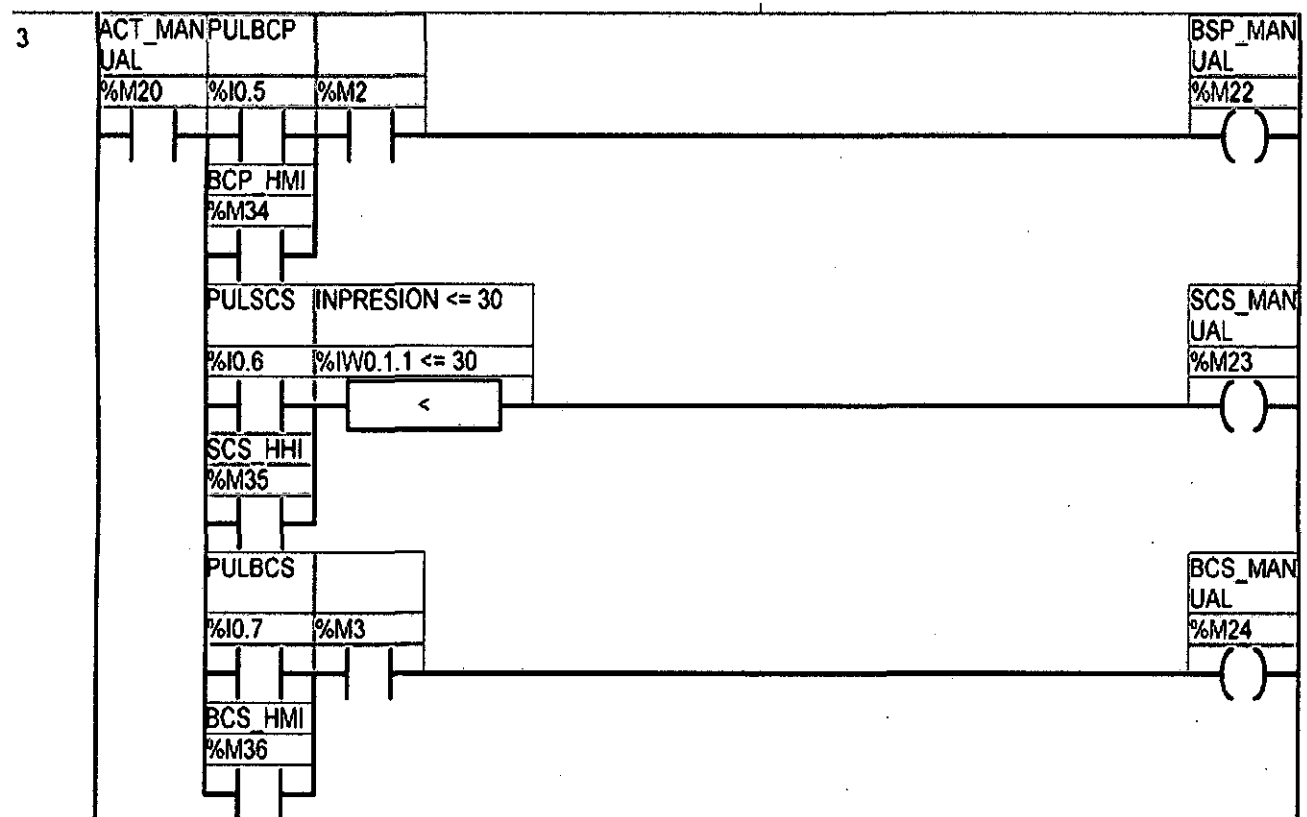
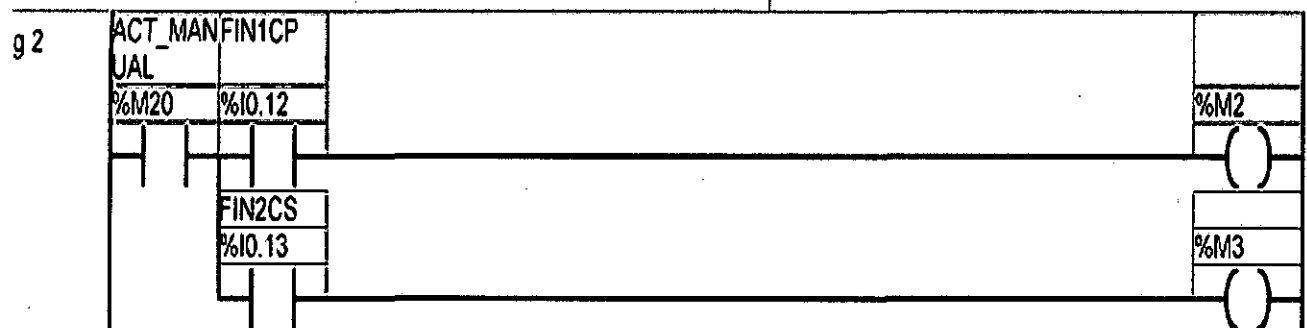
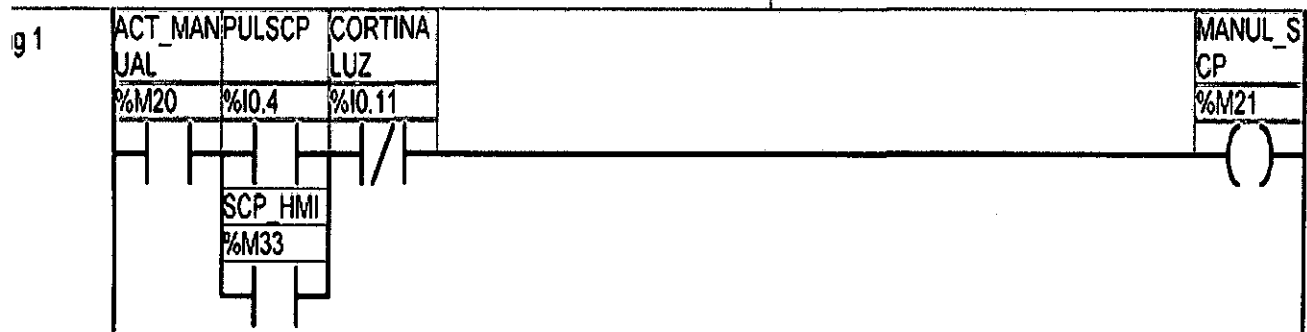






LD modo manual





Símbolos

En uso	Dirección	Símbolo
5í	%M16	ABRIR_RESIS
5í	%IO.9	ACTMOTOR
5í	%IO.8	ACTRESISTEN
5í	%M20	ACT_MANUAL
40	%M14	AUX1
5í	%M34	BCP_HMI
5í	%M36	BCS_HMI
5í	%M24	BCS_MANUAL
5í	%M22	BSP_MANUAL
5í	%M7	CON_FIN1
5í	%M8	CON_FIN2
5í	%M15	CON_TEM
5í	%IO.11	CORTINALUZ
5í	%QO.7	ELECTROBCS
5í	%QO.5	ELECTROBSP
5í	%QO.4	ELECTROSCP
5í	%QO.6	ELECTROSCS
5í	%IO.0	ENCENTABLERO
5í	%IO.12	FIN1CP
5í	%IO.13	FIN2CS
5í	%IO.2	INICIO_AUTO
5í	%IW1.1	INPRESION
5í	%IW1.0	INTEMPERATURA
5í	%M21	MANUL_SCP
5í	%IO.3	MODOAAUTOMATICO
5í	%IO.1	MODOMANUAL
5í	%IO.1	MODOMANUAL
5í	%M30	MODO_MANUAL_HMI
5í	%QO.1	MOTOR
5í	%M31	MOTOR_HMI
5í	%IO.10	PAROEMERGEN
5í	%QO.8	PILOTO
5í	%M10	PMOTOR
5í	%IO.5	PULBCP
5í	%IO.7	PULBCS
5í	%IO.4	PULSCP
5í	%IO.6	PULSCS
5í	%M4	R1
5í	%M12	R2_AC_VAL4
5í	%M9	R3
40	%M6	R3_ACVAL2
5í	%QO.0	RESISTENCIA
5í	%M33	SCP_HMI
5í	%M35	SCS_HHI
5í	%M23	SCS_MANUAL
5í	%M11	TEMPLANC
5í	%TM1	TEM_PLANCHADO
5í	%M5	TEM_SEGU
5í	%TMO	TEN_VALVULA

ANEXO N°: 03

PLANOS DEL MODELO MECÁNICO DE LA MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS

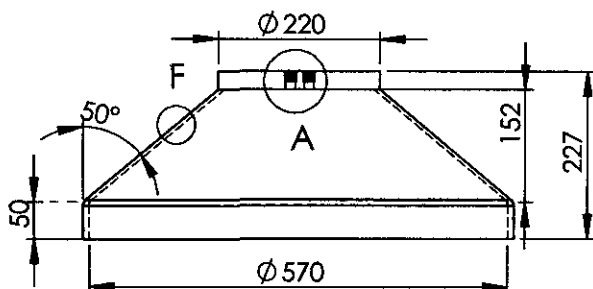
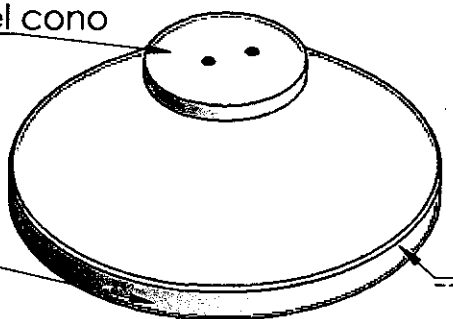
plancha de 5/16"



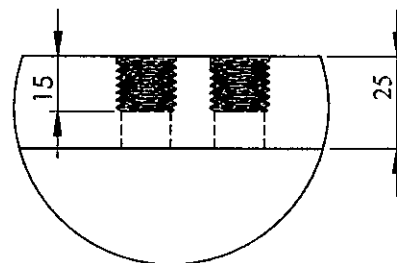
DETALLE F
ESCALA 1 : 5

Tapa del cono

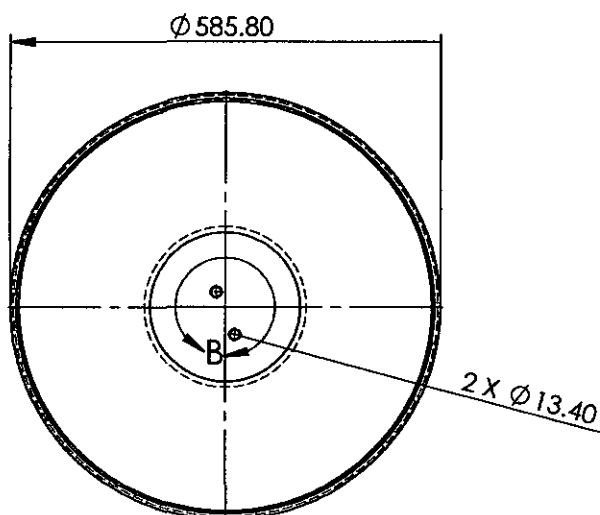
corallarin
del cono



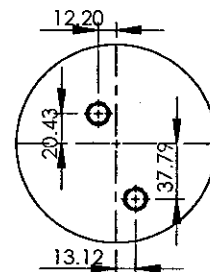
VISTA FRONTAL



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



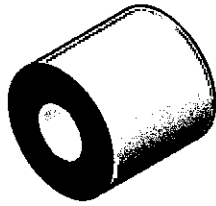
VISTA INFERIOR



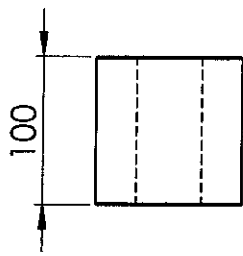
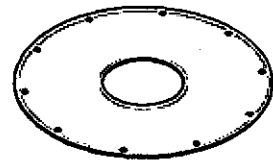
DETALLE B
ESCALA 1 : 5

INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM NO SUPERFICIAL: VICIAS: CAR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN									
MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS																					
NOMBRE		FIRMA		FECHA								TÍTULO:									
E. QUEVEDO M				06/14								CONO SUPERIOR									
J. MA SAN				06/14																	
						MATERIAL:		ASTM A286				N.º DE DIBUJO				MHAPS N.º: 01				A4	

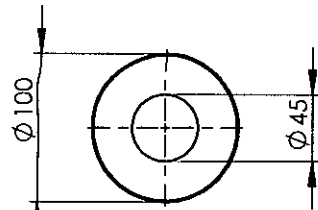
CORREDERA



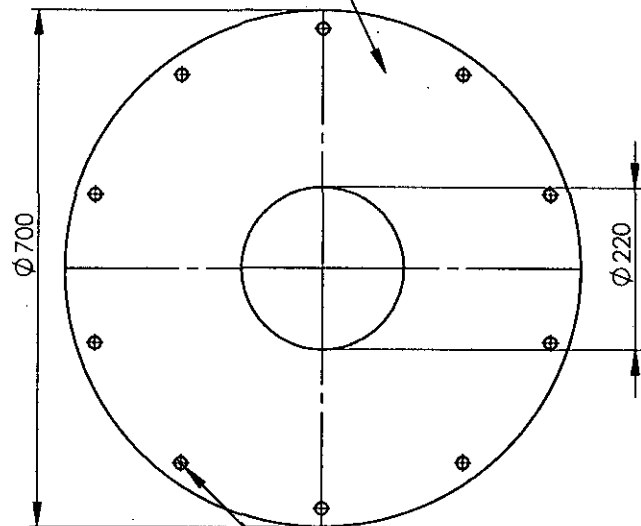
cuero espesor 6.7mm



VISTA FRONTAL



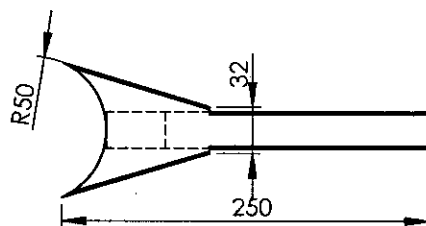
VISTA INFERIOR



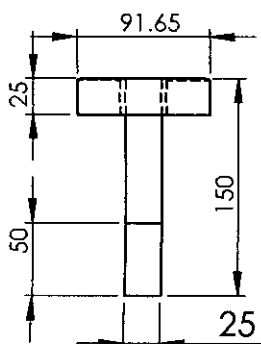
Ø 16.50 POR TODO

ESCALA 1:10

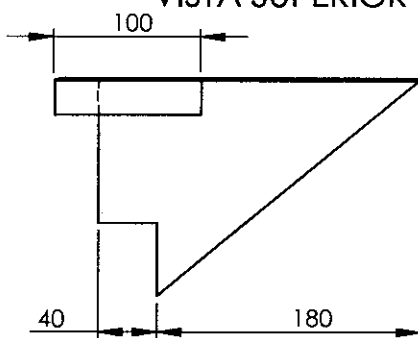
EXTENSION CONO



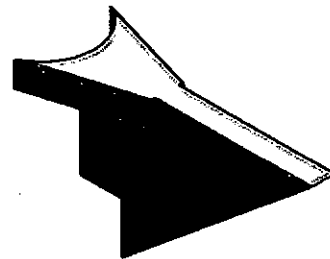
VISTA SUPERIOR



VISTAPERFIL



VISTA FRONTAL

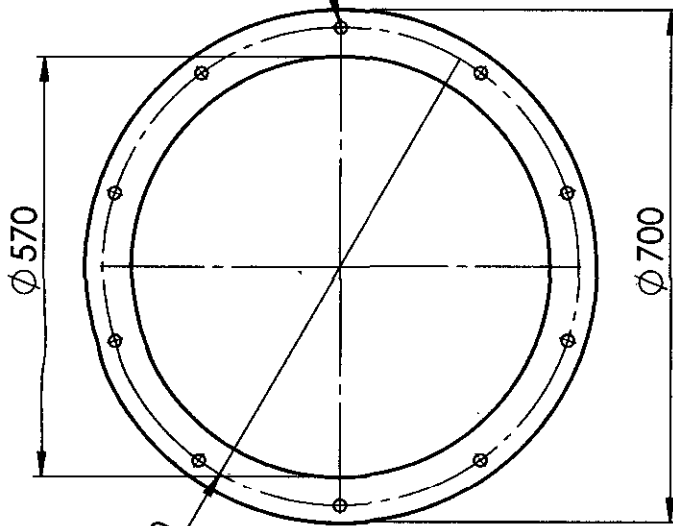


CUERO

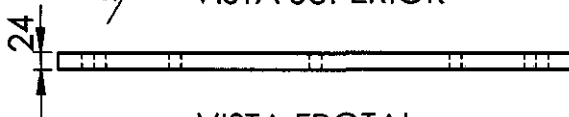
SE INDICA LO CONTRARIO: OTAS SE EXPRESAN EN MM ADO SUPERFICIAL: ANCIAS: UL: ULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS											
NOMBRE						FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
E. QUEVEDO M.								06/14			
J. MA SAN								06/14			

BRIDA SUPERIOR

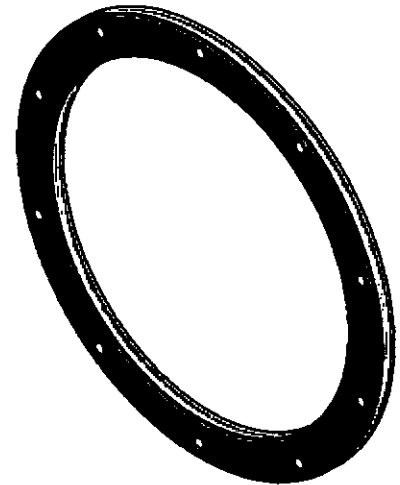
10 x ϕ 16.67 ∇ 25



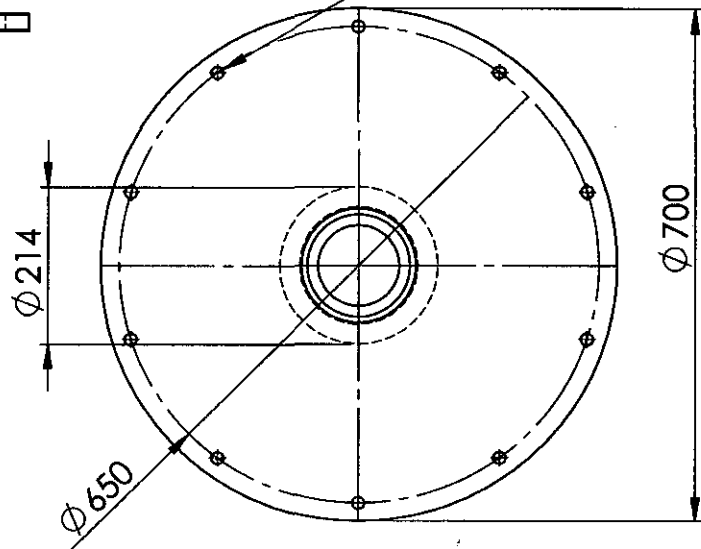
VISTA SUPERIOR



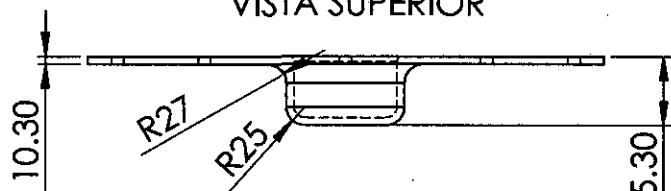
VISTA FROTA



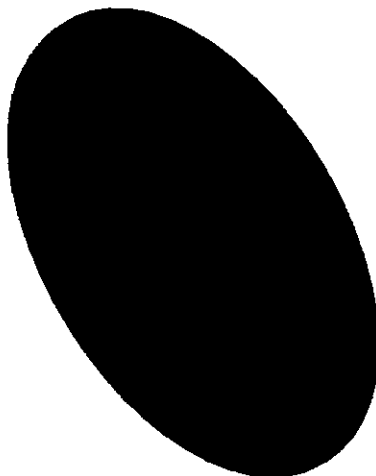
∇ ϕ 16.50 POR TODO



VISTA SUPERIOR

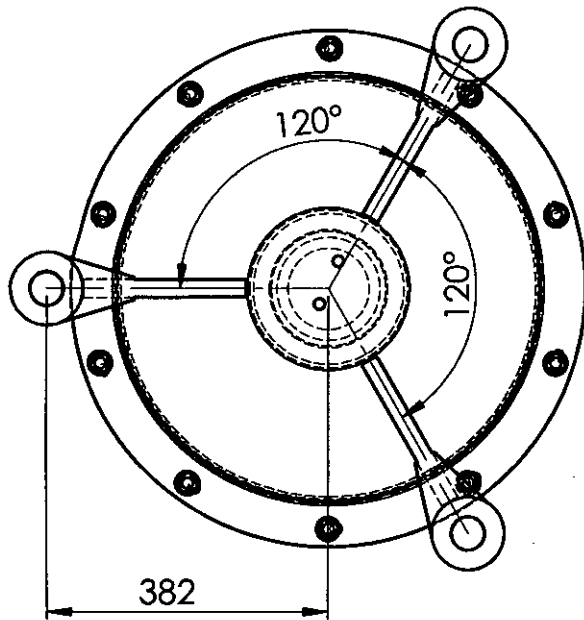


VISTA FROTA

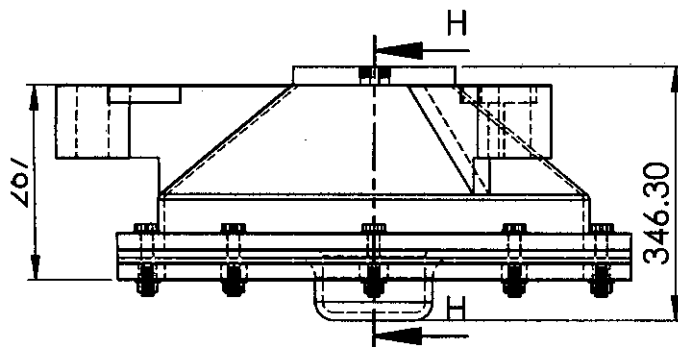


CAUCHO

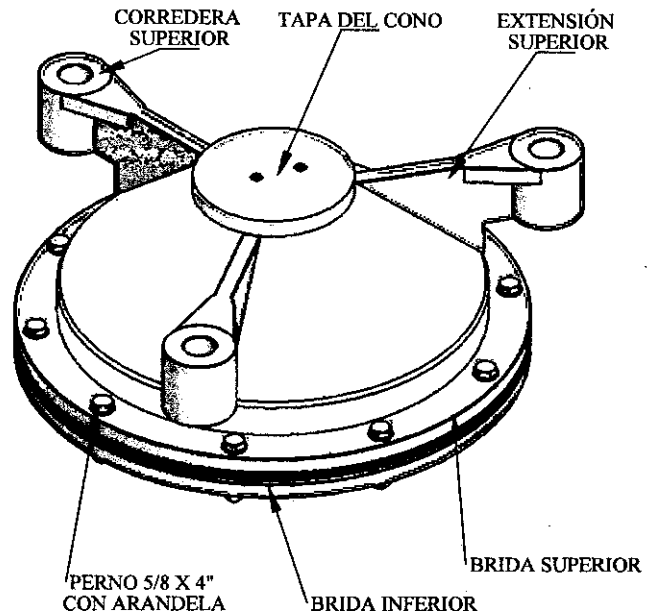
INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: VICIAS: LAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:			
E. QUEVEDO M		06/14				BRIDA Y CAUCHO			
J. MA SAN		06/14							
		MATERIAL:		ASTM A588		N.º DE DIBUJO		MHAPS N.º: 03	
		PESO:				ESCALA: 1:10		HOJA 3 DE 37	
								A4	



VISTA SUPERIOR

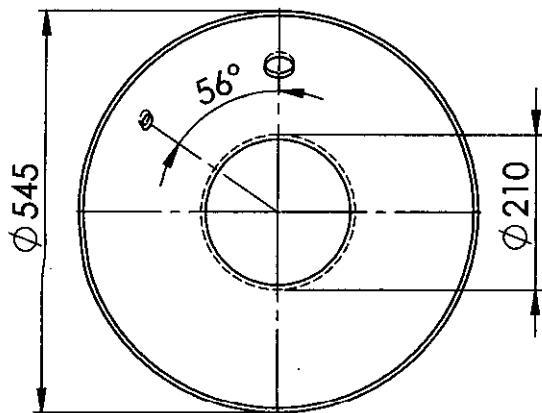


VISTA FRONTAL

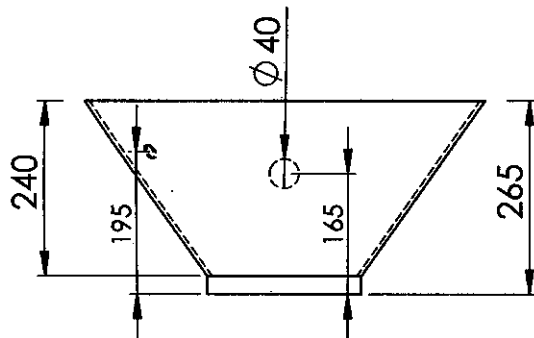
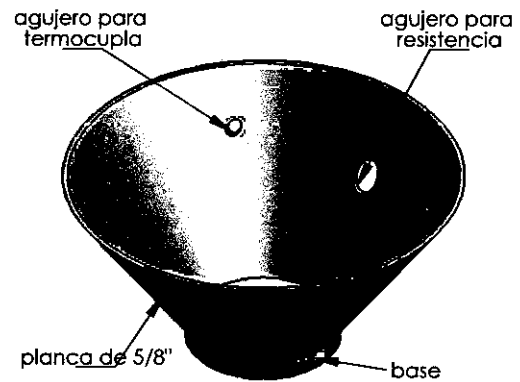


SECCIÓN H-H
ESCALA 1 : 10

INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: NCIAS: AR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
						TÍTULO:			
						CONO SUPERIOR ENSAMBLADO			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				N.º DE DIBUJO		A4	
E. QUEVEDO M		06/14				MHAPS N.º: 04			
J. MA SAN		06/14							
						MATERIAL:			
						PESO:		ESCALA: 1:10	
								HOJA 4 DE 37	

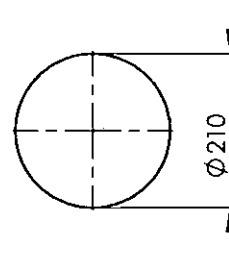


VISTA SUPERIOR

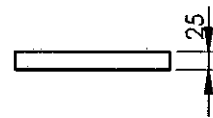


VISTA INFERIOR

base cono medio
escala : 1:10



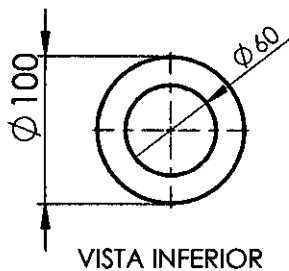
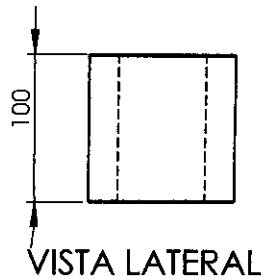
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

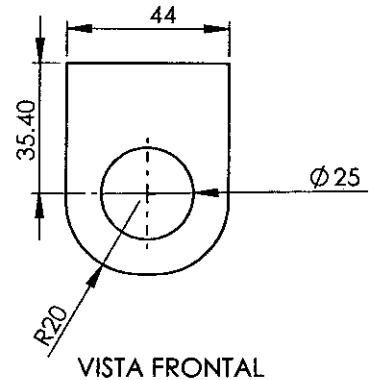
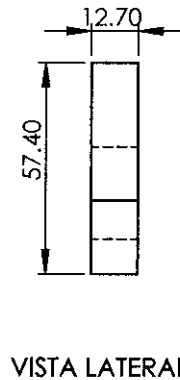
INDICA LO CONTRARIO: TAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: NCIAS: LAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
							MAQUINA HIDRAULICA AUTOMATICA PLANCHADORA DE SOMBREROS					
							TÍTULO: CONO MEDIO					
NOMBRE	FIRMA	FECHA										
E. QUEVEDO M.		06/14										
J. MA SAN		06/14										
			MATERIAL:			ASTM A286			N.º DE DIBUJO		MHAPS N.º: 05	
			PESO:			32,6 Kg			ESCALA: 1:10		HOJA 5 DE 37	
							A4					

CORREDERA DEL
CONO MEDIO
CANT: 03

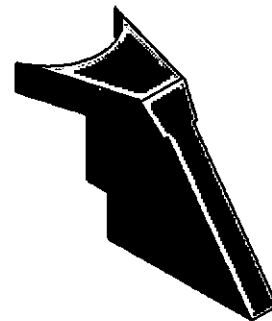
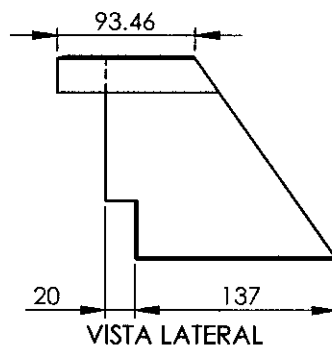
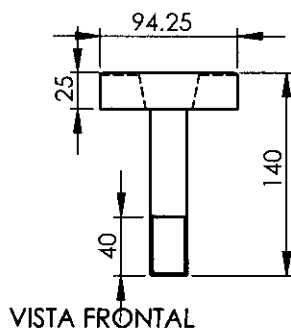
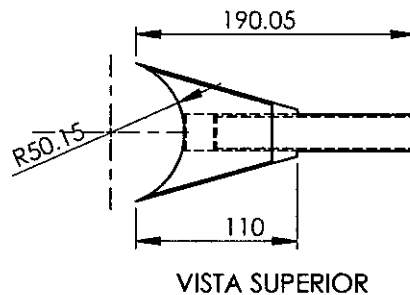


SOPORTE DEL
CONO

ESCALA 1:2
CANT: 02

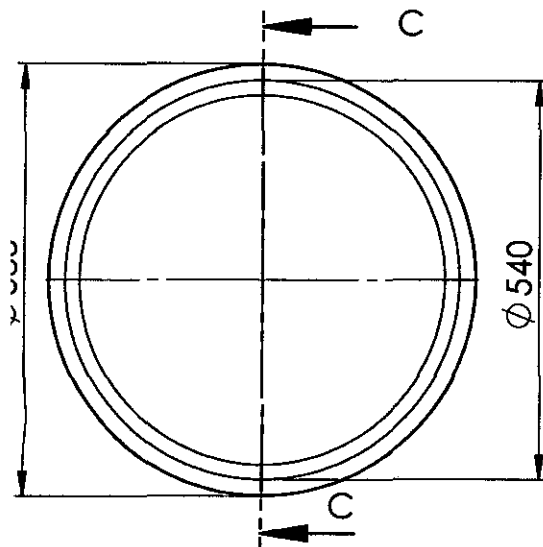


EXTENSIÓN
CONO MEDIO

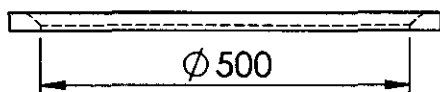


INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: VICIAS: LAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:			
E. QUEVEDO M.		06/14				EXTENSIÓN DEL CONO MEDIO			
J. MA SAN		06/14							
MATERIAL:						N.º DE DIBUJO		A4	
PESO:						ESCALA: 1:5		HOJA 6 DE 37	

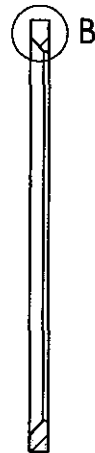
BRIDA DEL CONO MEDIO DEZLISANTE



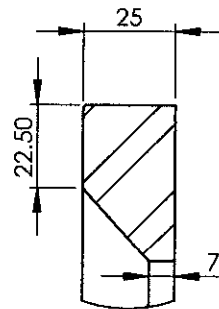
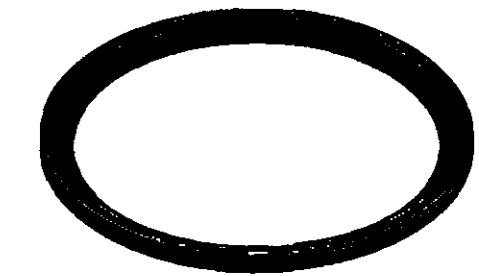
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

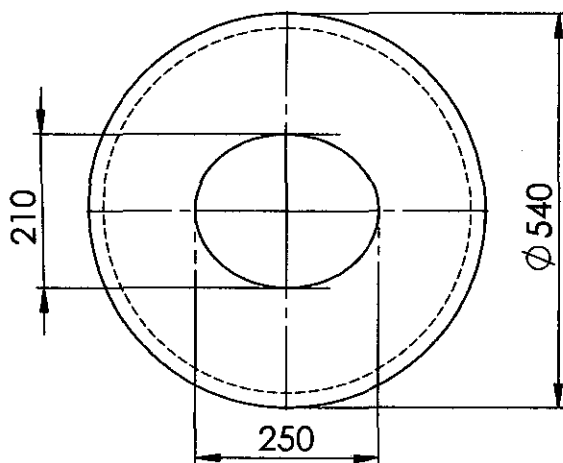


SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 10

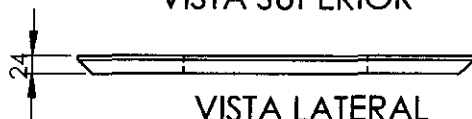


DETALLE B
ESCALA 1 : 2

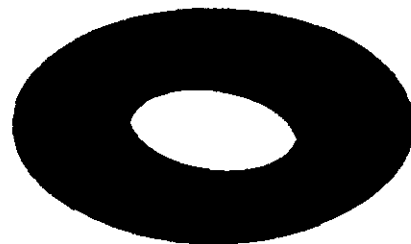
PLANCHA PORTA MOLDE



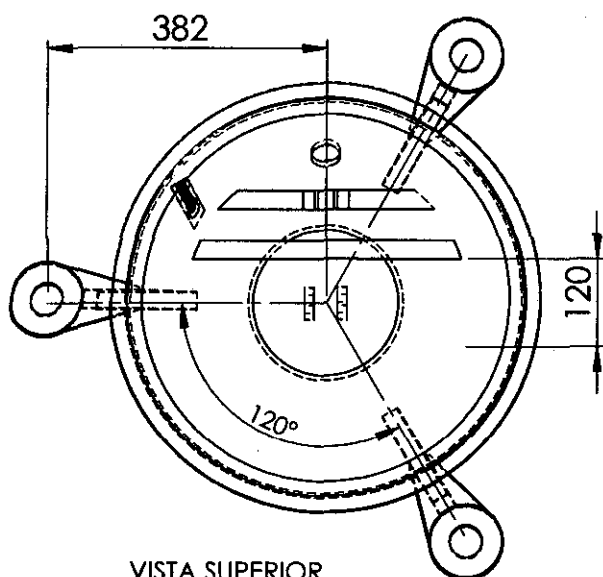
VISTA SUPERIOR



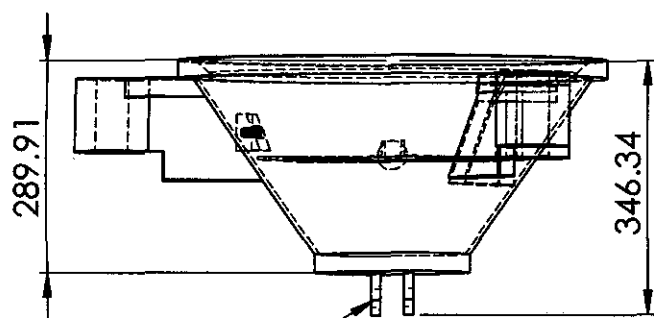
VISTA LATERAL



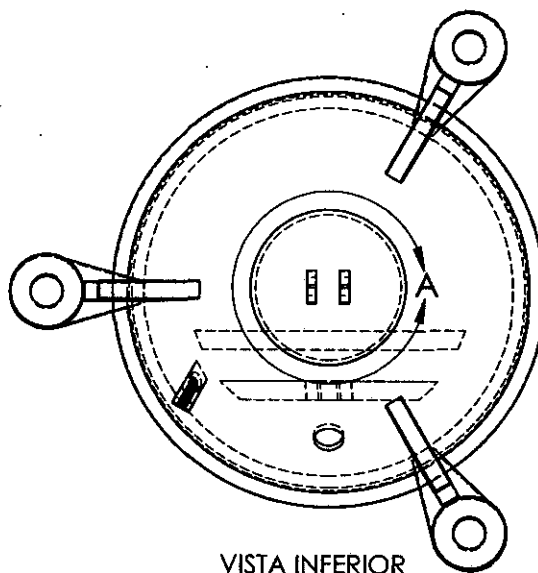
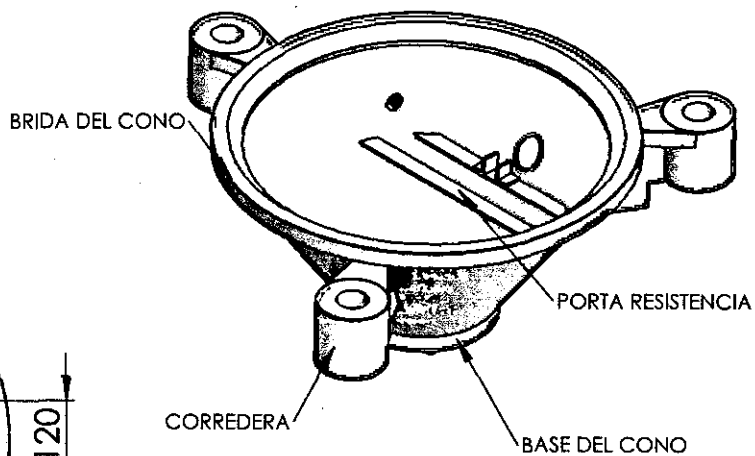
INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
				MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS							
AR:				TÍTULO: BRIDA Y PORTA MOLDE DEL CONO MEDIO							
NOMBRE	FIRMA	FECHA									
E. QUEVEDO M.		06/14									
J. MA SAN		06/14									
MATERIAL:						N.º DE DIBUJO			A4		
ASTM A286						MHAPS N.º : 07					
PESO: PORTA MOLDE 11.6 Kg BRIDA: 32.3 Kg						ESCALA: 1:10			HOJA 7 DE 37		



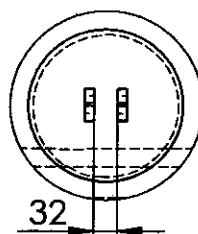
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



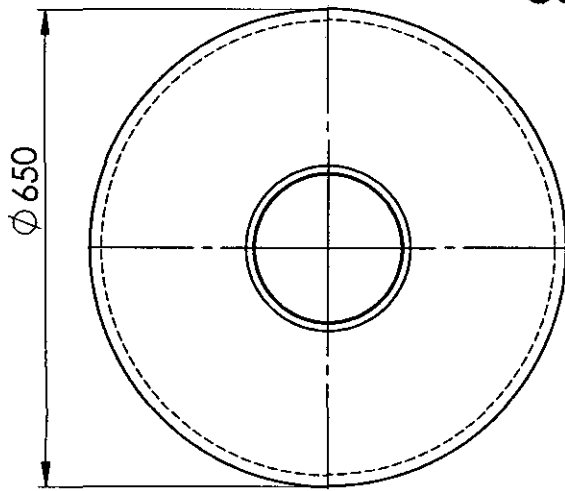
VISTA INFERIOR



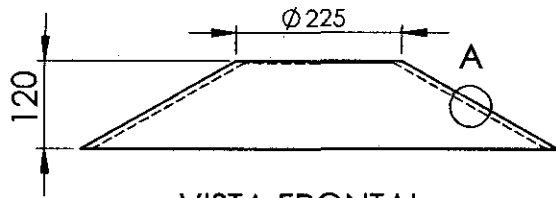
DETALLE A
ESCALA 1 : 10

INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: VICIAS: LAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
						TÍTULO:			
						CONO MEDIO ESAMBLADO			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				N.º DE DIBUJO		A4	
E. QUEVEDO M.		06/14				MHAPS N.º: 08			
J. MA SAN		06/14							
						MATERIAL:			
						PESO:		ESCALA: 1:10	
								HOJA 8 DE 37	

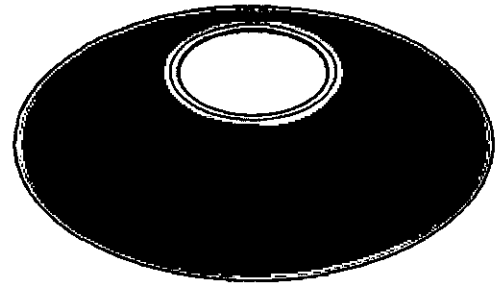
CONO BASE



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

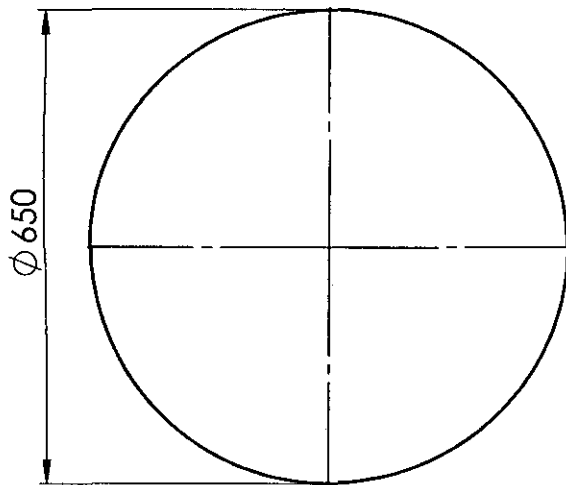


PLANCHA 5/16"

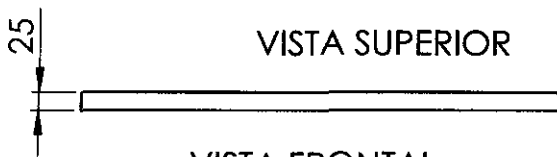


DETALLE A
ESCALA 1:5

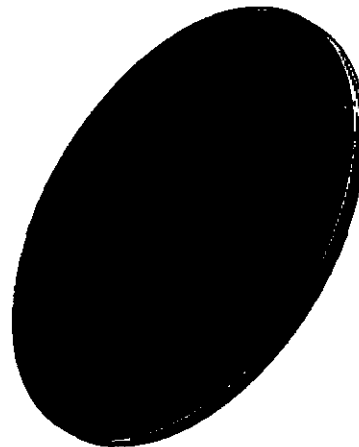
BASE DEL CONO



VISTA SUPERIOR

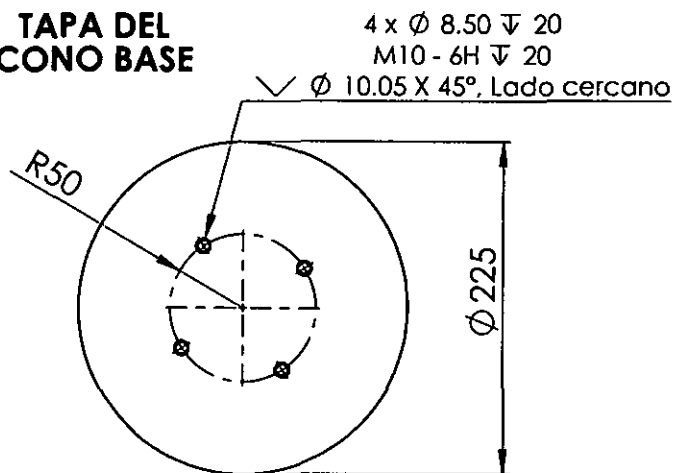


VISTA FRONTAL

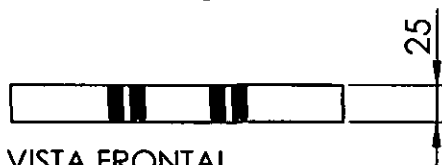


INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: VICIAS: LAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
							MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS				
NOMBRE	FIRMA	FECHA					TÍTULO:				
E. QUEVEDO M.		09/14					CONO BASE				
J. MA SAN		09/14									
			MATERIAL:				N.º DE DIBUJO				A4
			ASTM A286				MHAPS N.º: 09				
			PESO: CUERPO 20 Kg, BASE 65.1 KG				ESCALA: 1:20				HOJA 9 DE 37

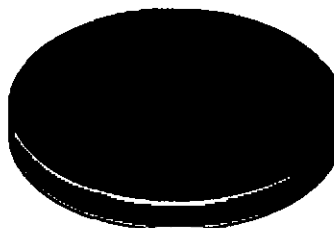
TAPA DEL CONO BASE



VISTA SUPERIOR



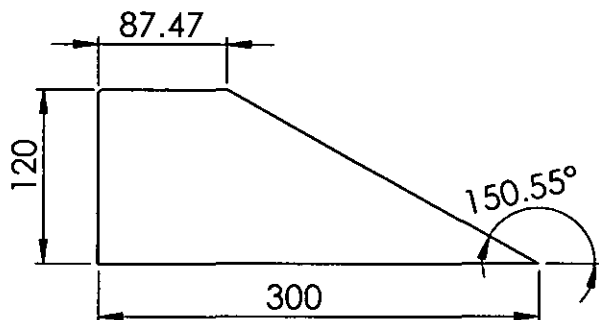
VISTA FRONTAL



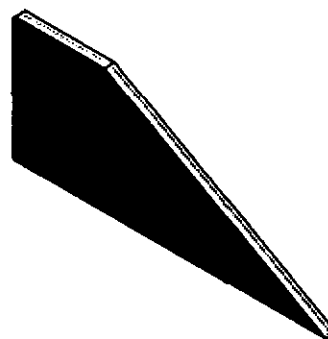
NERVIO DEL CONO BASE CANT: 03



VISTA SUPERIOR

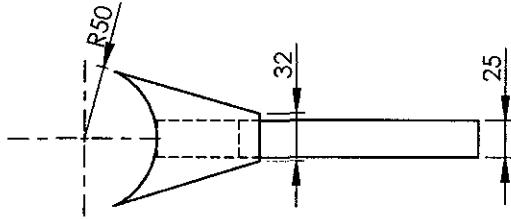


VISTA FRONTAL

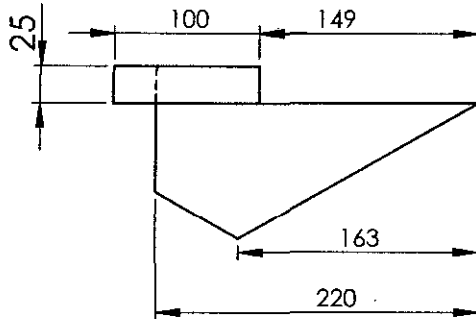


INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN			
AR:									MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS						
NOMBRE		FIRMA		FECHA						TÍTULO: TAPA SUPERIOR Y NERVIO					
E. QUEVEDO M.				09/14											
J. MA SAN				09/14											
										N.º DE DIBUJO MHAPS N.º: 10					
						MATERIAL:				A4					
						ATM A286									

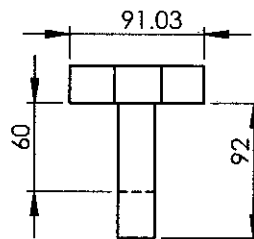
**EXTENSIÓN CONO
BASE
CANT : 03**



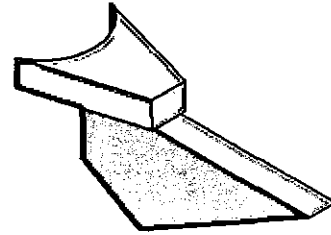
VISTA SUPERIOR



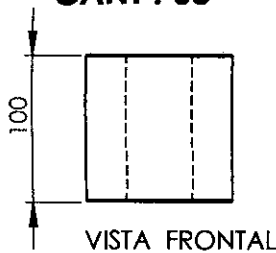
VISTA LATERAL



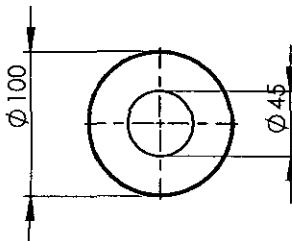
VISTA FRONTAL



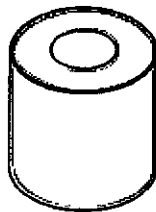
**CORREDERA
CONO INFERIOR
CANT : 03**



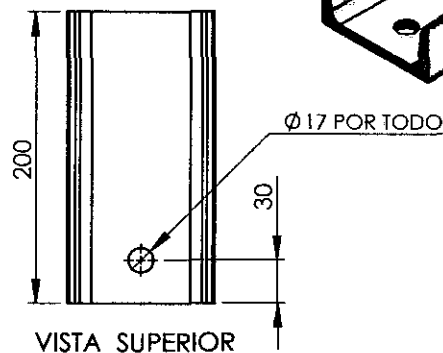
VISTA FRONTAL



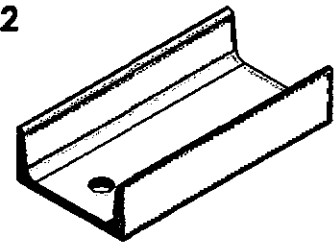
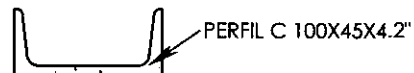
VISTA INFERIOR



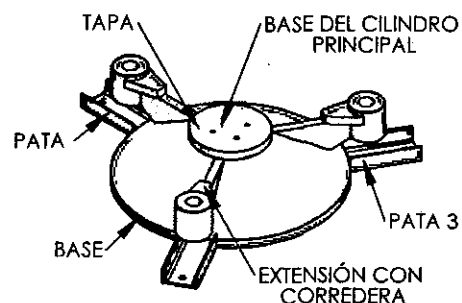
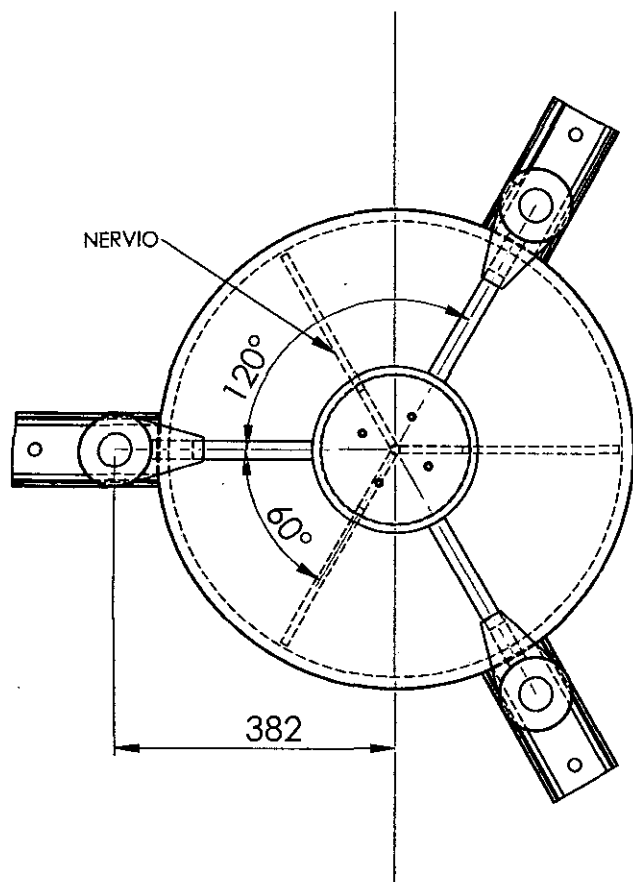
**PATA DE ANCLAJE
CANT= 02**



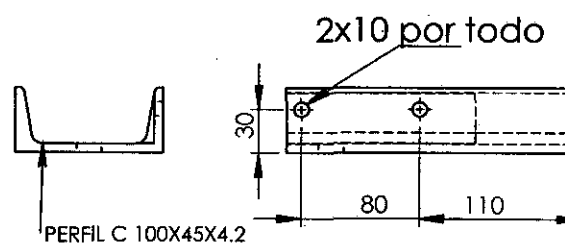
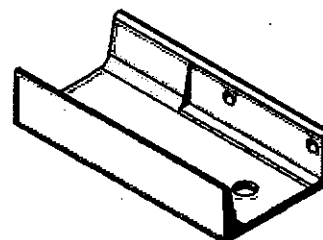
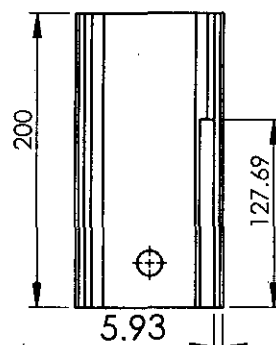
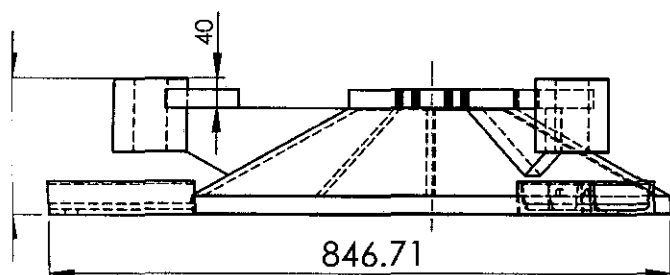
VISTA SUPERIOR



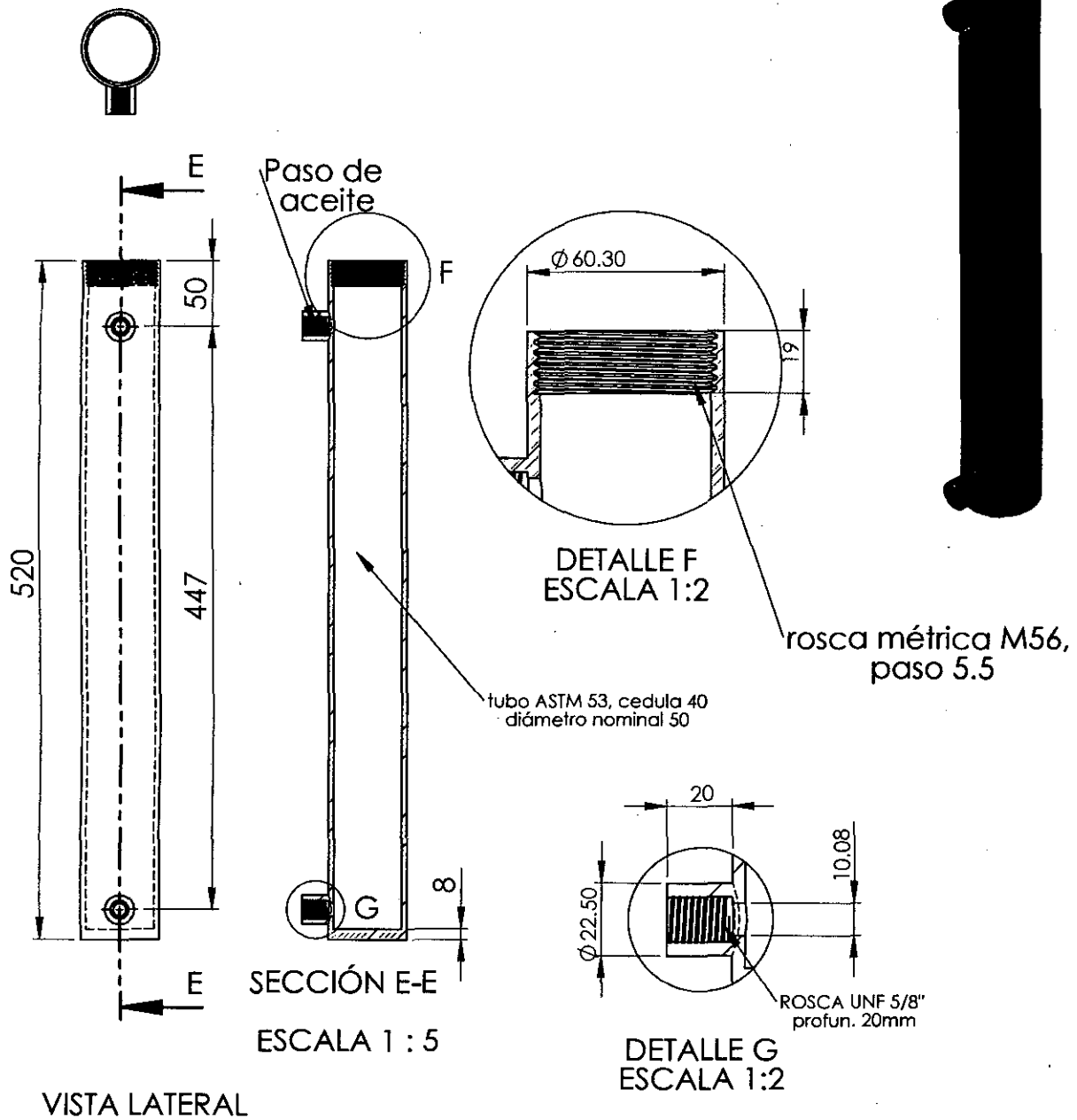
INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS: AR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN					
												MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS					
NOMBRE		FIRMA		FECHA								TÍTULO:					
E. QUEVEDO M.				09/14								EXTENSIÓN Y PATA DEL CONO BASE					
J. MA SAN				09/14													
												N.º DE DIBUJO MHAPS N.º: 11					
						MATERIAL:		ASTM A286				A4					



**PATA DE ANCLAJE
TRES
ESCALA. 1:5**

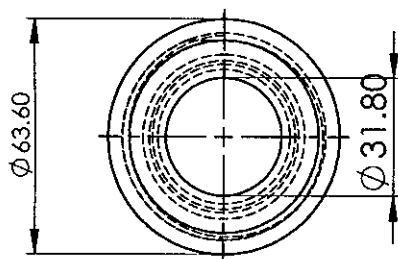


INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
AR:							MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS				
NOMBRE		FIRMA		FECHA				TÍTULO:			
E. QUEVEDO M.				09/14				CONO BASE ENSAMBLADO			
J. MA SAN				09/14							
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO			
								MHAPS N.º: 12			
								A4			
						PESO: 128.2 Kg		ESCALA:1:10		HOJA 12 DE 37	

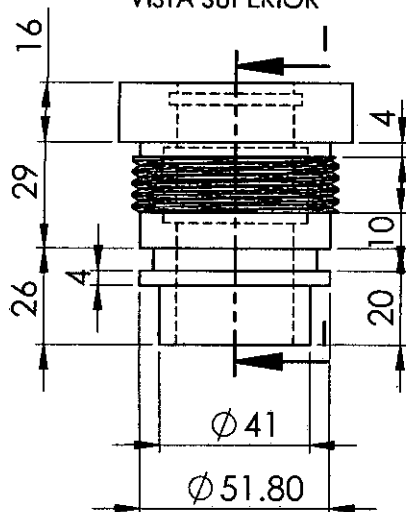


INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: VICIAS: LAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
							MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADOR DE SOMBRERO					
							TÍTULO:					
							CILINDRO HIDRÁULICO PRINCIPAL					
							N.º DE DIBUJO				A4	
							MATERIAL:					
							TUBO ASTM 53, CEDULA 40					
							PESO: 3.5 Kg				ESCALA: 1:5	
							HOJA 13 DE 37					

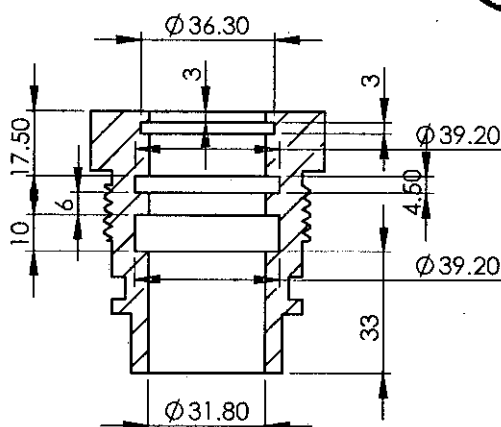
TAPA DEL CILINDRO HIDRAULICO PRINCIPAL



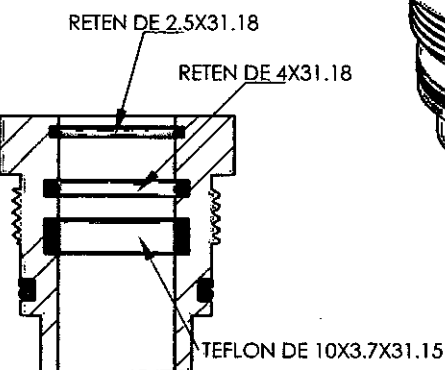
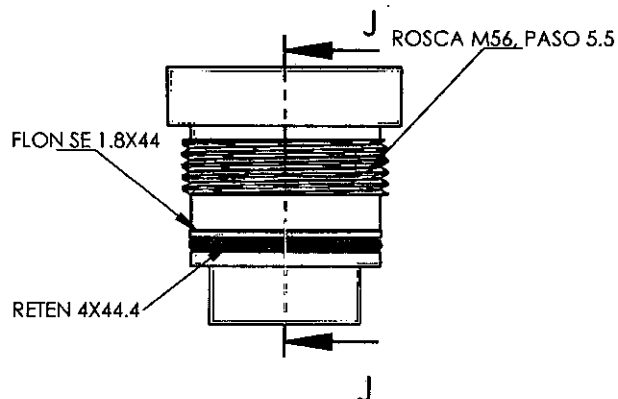
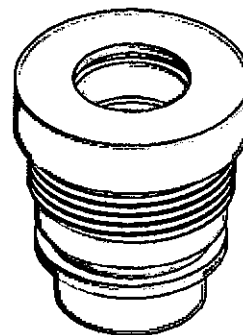
VISTA SUPERIOR



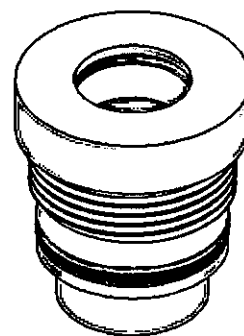
VISTA FRONTAL



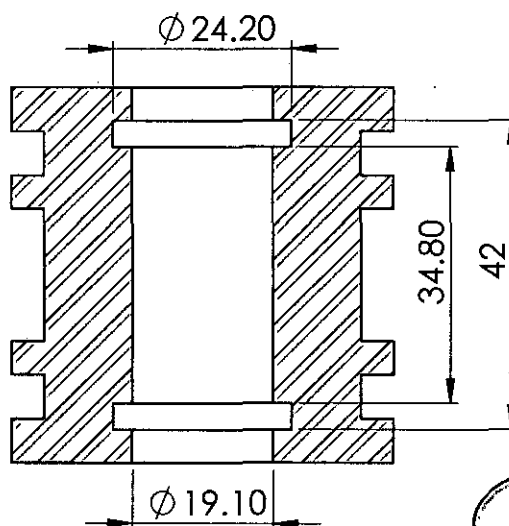
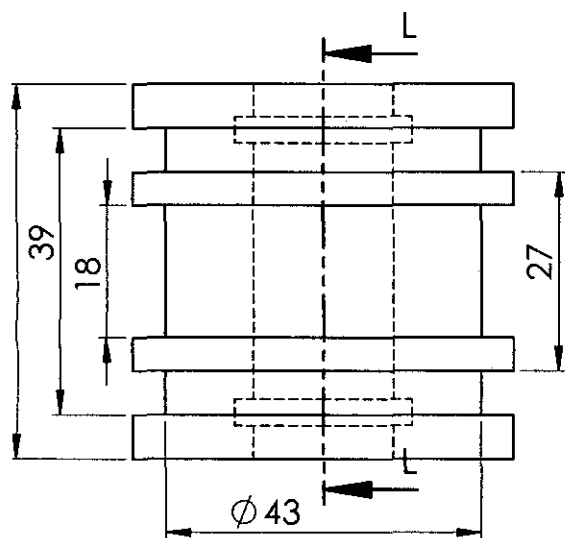
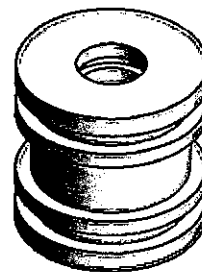
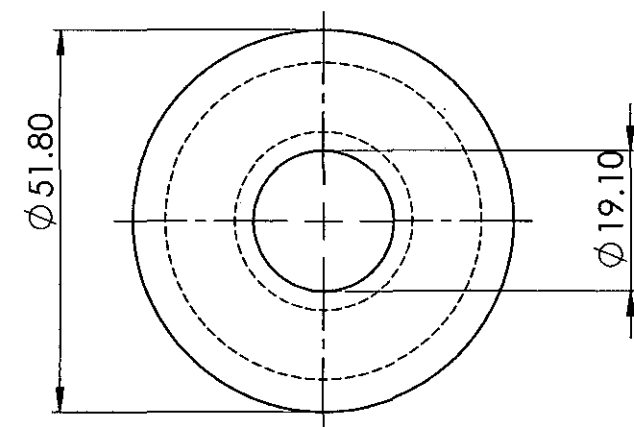
SECCIÓN I-I



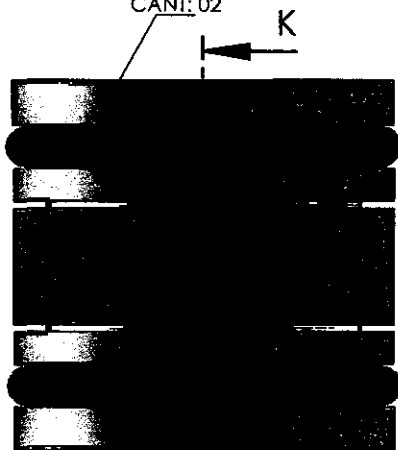
SECCIÓN J-J



INDICA LO CONTRARIO: TAS SE EXPRESAN EN MM. DO SUPERFICIAL: CIAS: AR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN		
MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS														
TÍTULO: TAPA CILINDRO HIDRÁULICO PRINCIPAL														
NOMBRE	FIRMA	FECHA				N.º DE DIBUJO								
E. QUEVEDOM.		09/14				MHAPS N.º :14								
J. MA SAN		09/14				A4								
						MATERIAL:								
						PESO:								
						ESCALA:1:2								
						HOJA 14 DE 37								

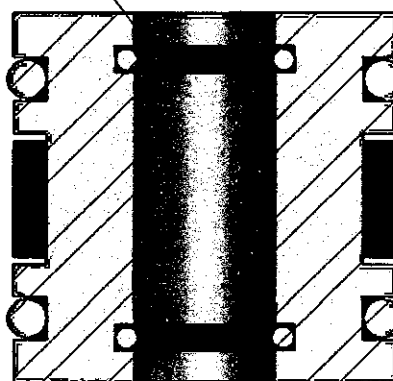


oring 5.33x40.65
CANT: 02

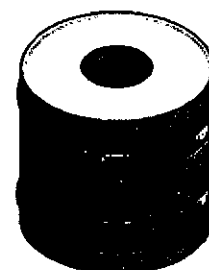


teflon 16X5x43

Orring 3x19
CANT: 02



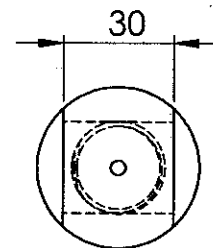
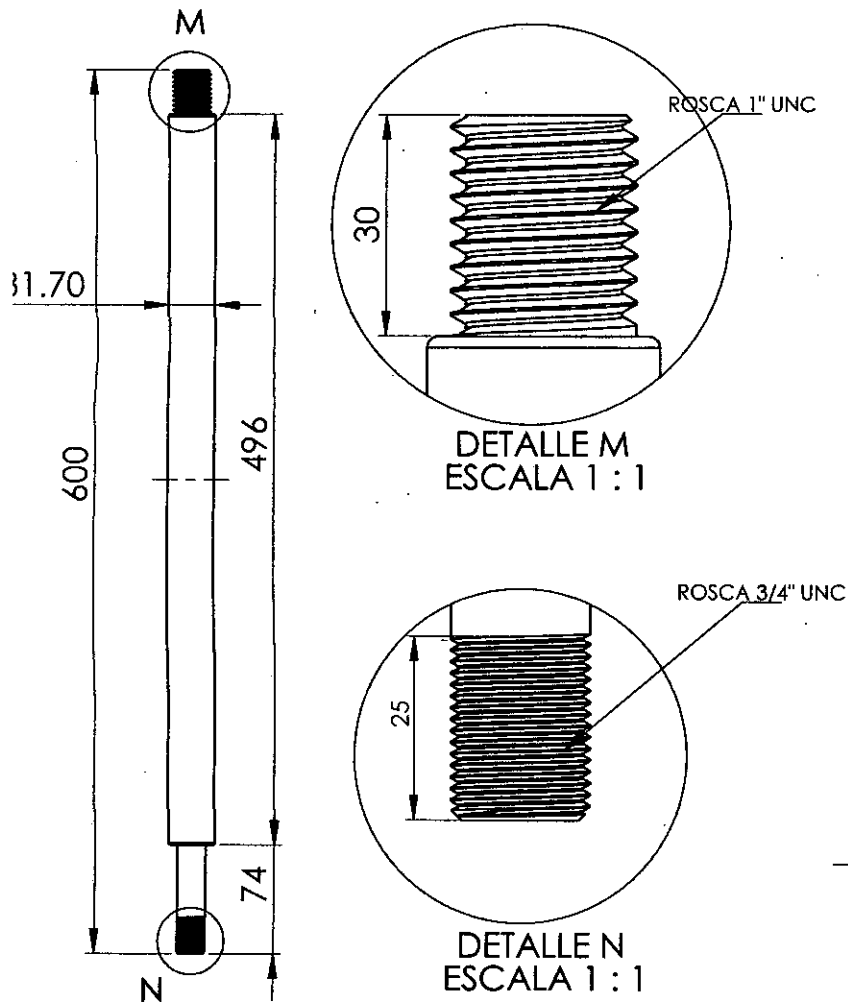
SECCIÓN K-K



INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM IO SUPERFICIAL: ICIAS:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
AR:								MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:					
E. QUEVEDO M.		09/14				PISTÓN DE CILINDRO HIDRÁULICO PRINCIPAL					
J. MA SAN		09/14									
			MATERIAL:			N.º DE DIBUJO			MHAPS N.º: 15		
			PESO:			ESCALA: 1:1			HOJA 15 DE 37		

A4

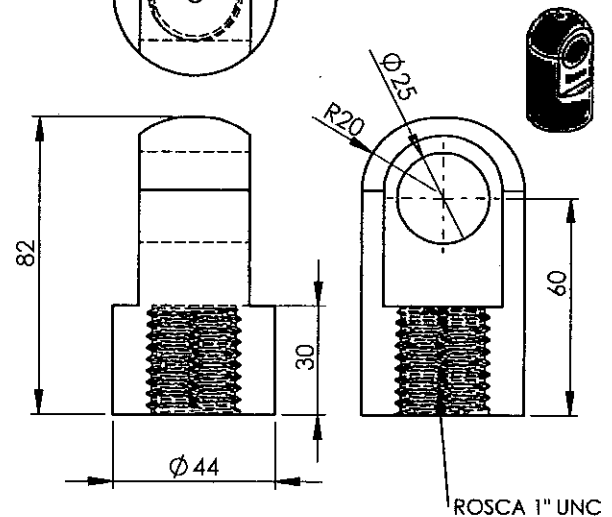
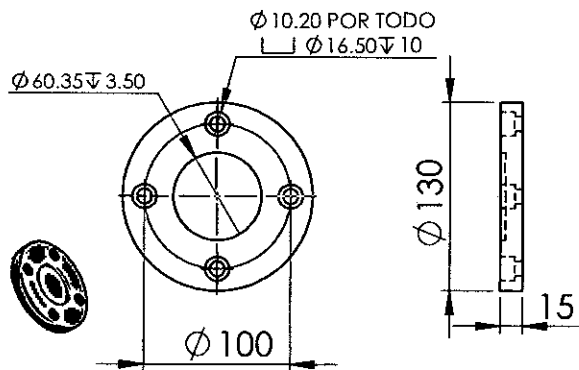
VÁSTAGO CILINDRO HIDRÁULICO PRINCIPAL



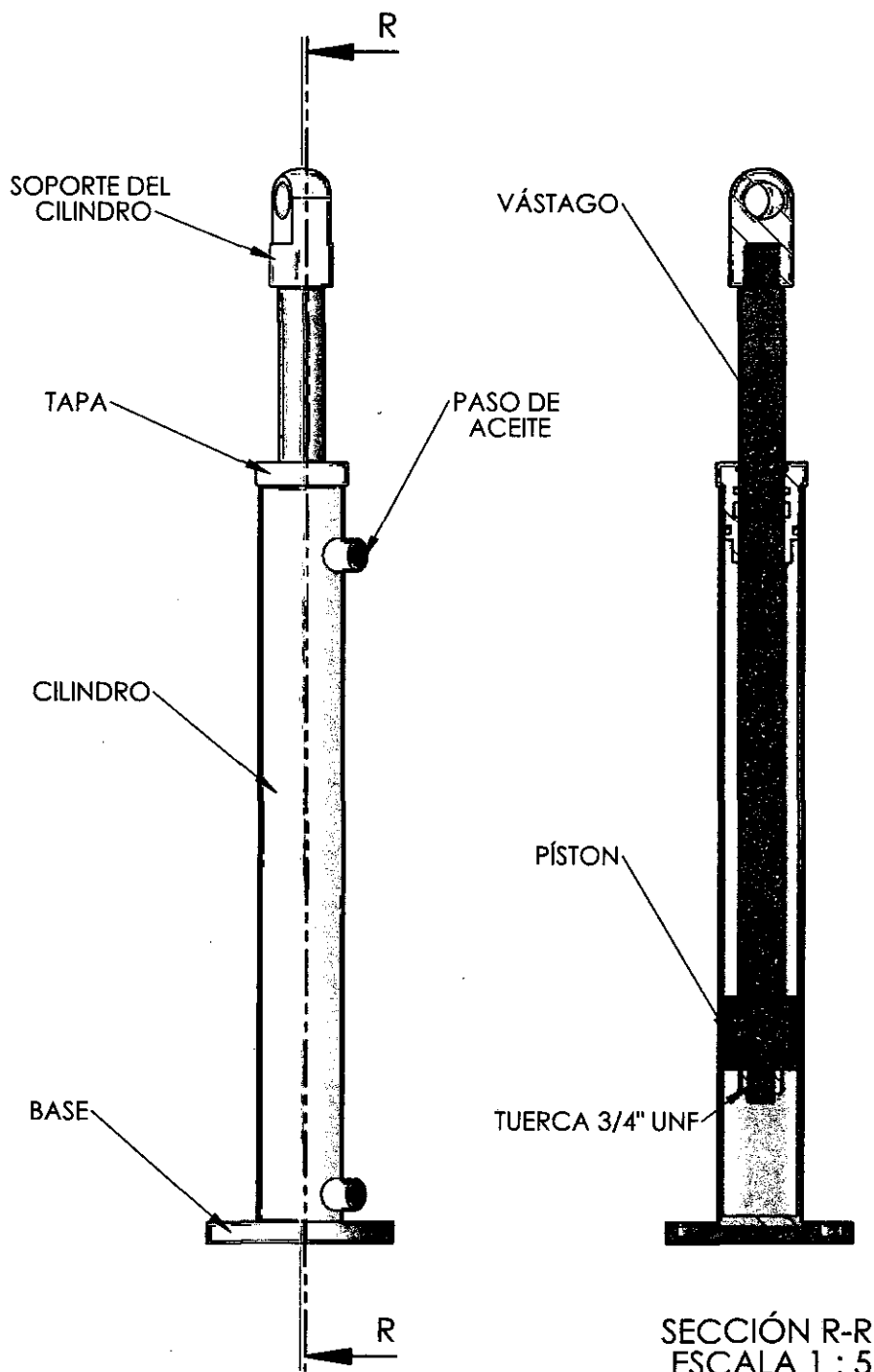
SOPORTE DEL CILINDRO

ESCALA 1 : 2

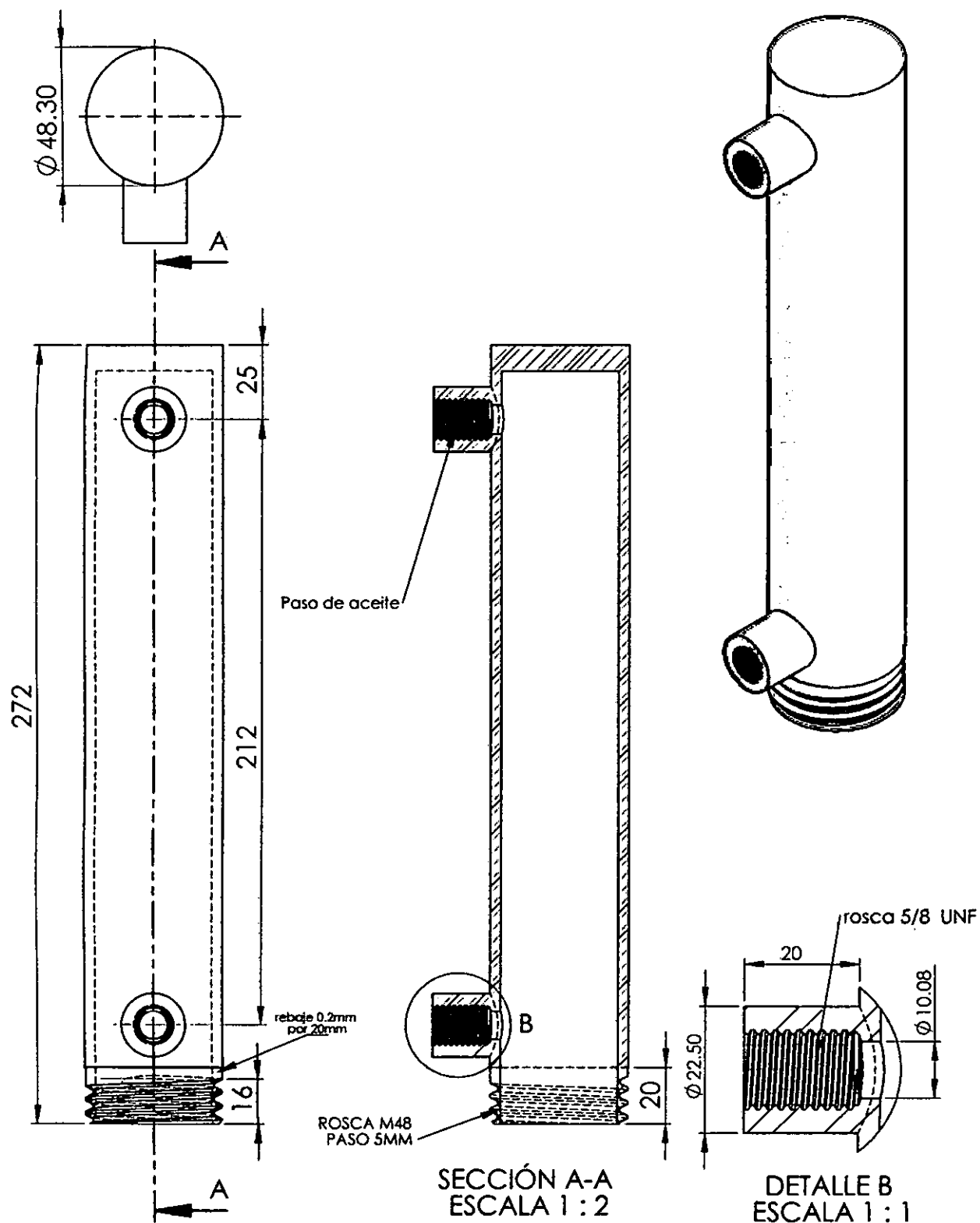
BASE CILINDRO PRINCIPAL



INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
AR:							MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS				
NOMBRE		FIRMA		FECHA						TÍTULO:	
E. QUEVEDO M.				09/14						VÁSTAGO, BASE Y SOPORTE DEL CILINDRO HIDRÁULICO PRINCIPAL	
J. MA SAN				09/14							
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4	
						SAE 1045		MHAPS Nº : 16			
						PESO: VASTAGO: 3.3 Kg; BASE 1.8 Kg		ESCALA:1:5		HOJA 16 DE 37	



INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM NO SUPERFICIAL: CIAS:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
NOMBRE						TÍTULO:			
FIRMA						CILINDRO HIDRÁULICO PRINCIPAL ENSAMBLADO			
FECHA									
MATERIAL:						N.º DE DIBUJO		A4	
PESO: 10 kg						ESCALA: 1:10		HOJA 17 DE 37	



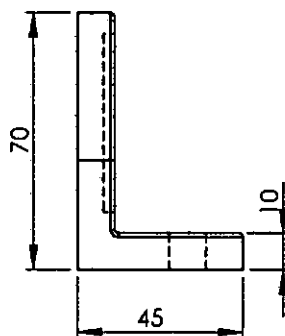
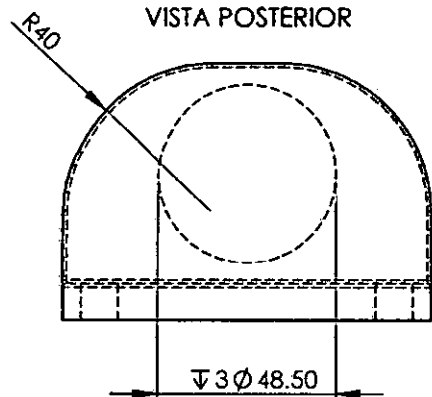
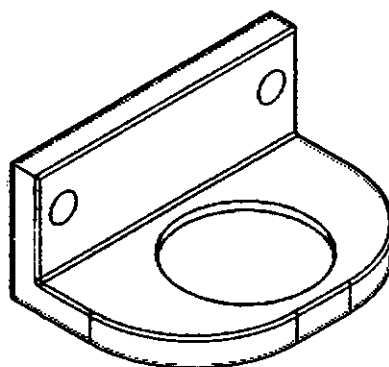
INDICA LO CONTRARIO: TAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: NCIAS: L: ILAR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN						
												MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS						
NOMBRE			FIRMA		FECHA								TÍTULO:					
E. QUEVEDO M.					09/14								CILINDRO HIDRÁULICO SECUNDARIO					
J. MA SAN					09/14													
							MATERIAL:						N.º DE DIBUJO		MHAPS N.º : 18		A4	
							TUBO ASTM 56 CELULA 40											
									PESO: 2.3 Kg				ESCALA:1:2				HOJA 18 DE 37	

100

80

15

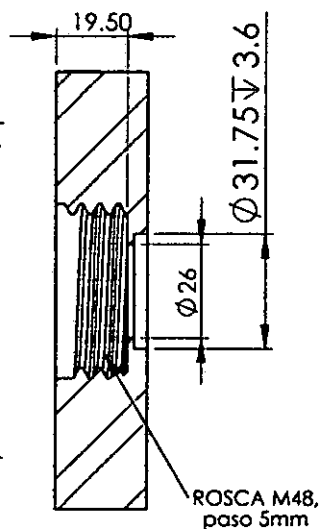
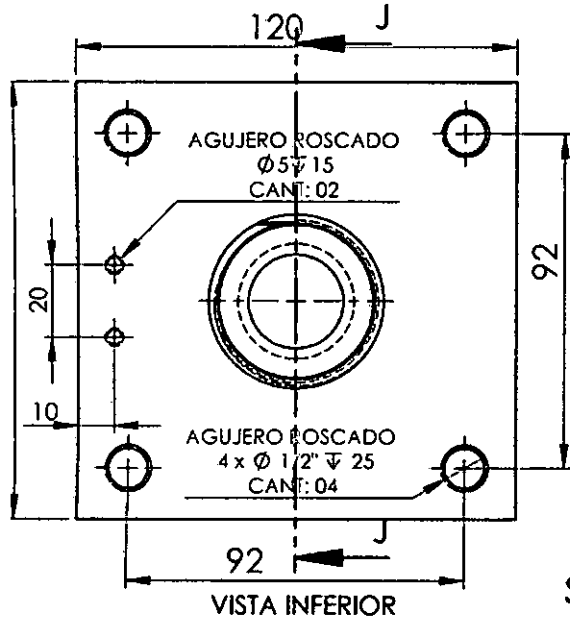
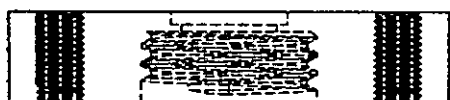
2 Ø 10 POR TODO



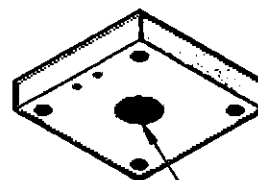
VISTA INFERIOR

VISTA LATERAL

CONTRATAPA CILINDRO SECUNDARIO



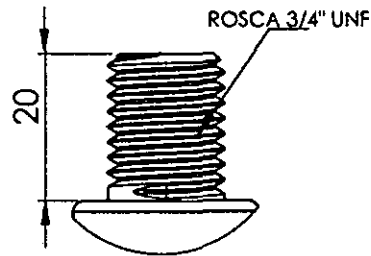
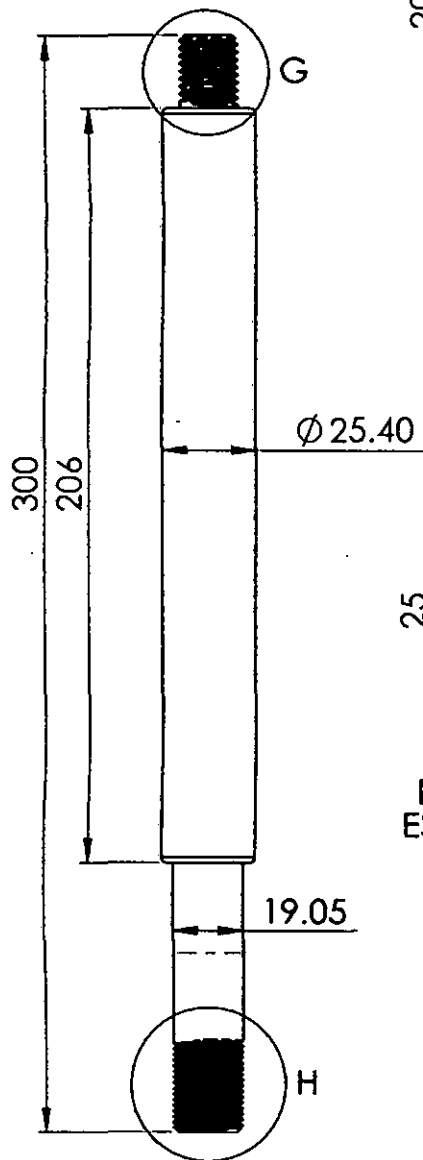
SECCIÓN J-J



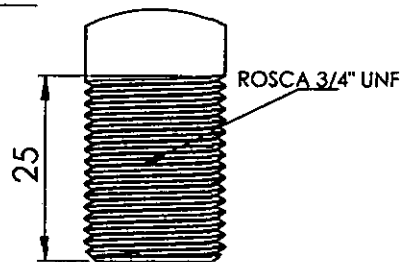
O-RING 25.4X31.75X3.5

E INDICA LO CONTRARIO: ITAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: NCIAS: L: ILAR:				ACABADO:				REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				NO CAMBIE LA ESCALA				REVISIÓN																			
																MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS																			
NOMBRE				FIRMA				FECHA												TÍTULO: BASE Y CONTRATAPA DEL CILINDRO HIDRÁULICO SECUNDARIO															
E. QUEVEDO M.								09/14																											
J. MA SAN								09/14																											
								MATERIAL:				N.º DE DIBUJO MHAPS N° : 19												A4											
								ASTM A 588																											
								PESO: BASE 0.7 Kg. CONTRAPATA 2.5Kg				ESCALA: 1:2								HOJA 19 DE 37															

VÁSTAGO CINLINDRO HIDRAULICO SECUNDARIO



DETALLE G
ESCALA 1 : 1

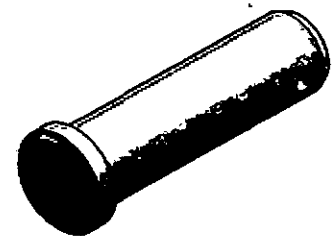
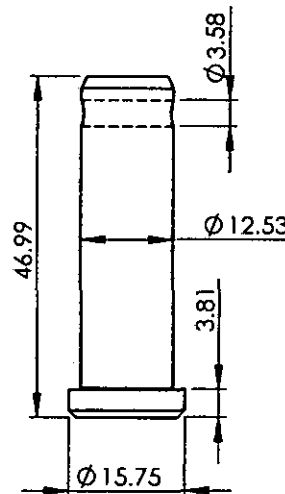


DETALLE H
ESCALA 1 : 1

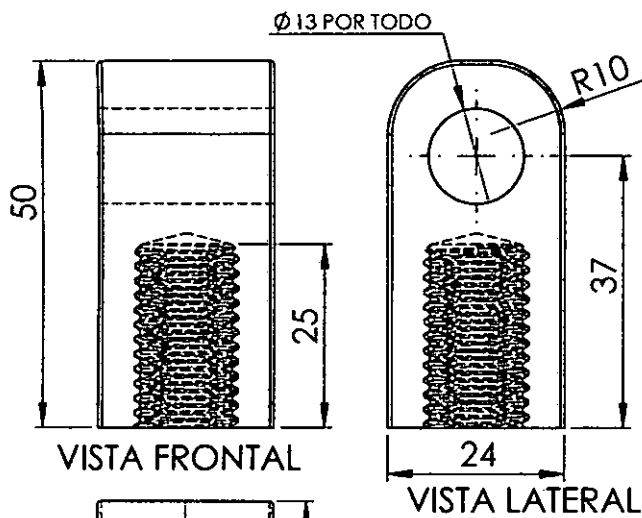


PASADOR DEL CINLINDRO HIDRAULICO SECUNDARIO

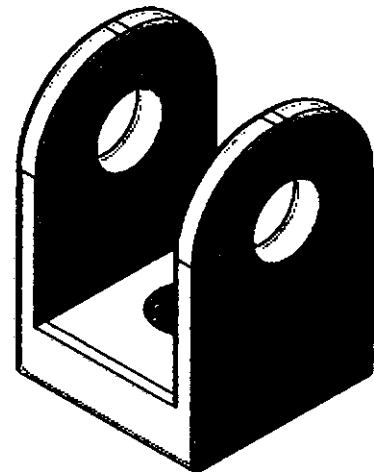
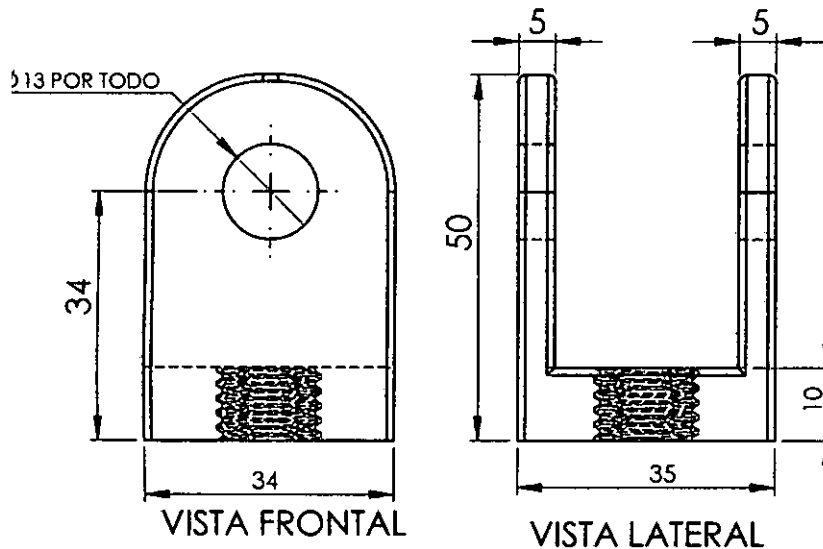
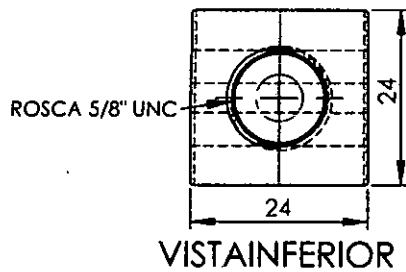
ESCALA 1:1



INDICA LO CONTRARIO: TAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: NCIAS: LAR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN		
MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS														
TÍTULO: VÁSTAGO DEL CILINDRO HIDRAULICO SECUNDARIO														
NOMBRE E. QUEVEDO M.			FIRMA			FECHA 09/14			MATERIAL: SAE 1045			N.º DE DIBUJO MHAPS N.º : 21		
J. MA SAN			09/14			PESO: 1.5 KG			ESCALA: 1:2			HOJA 21 DE 37		
A4														



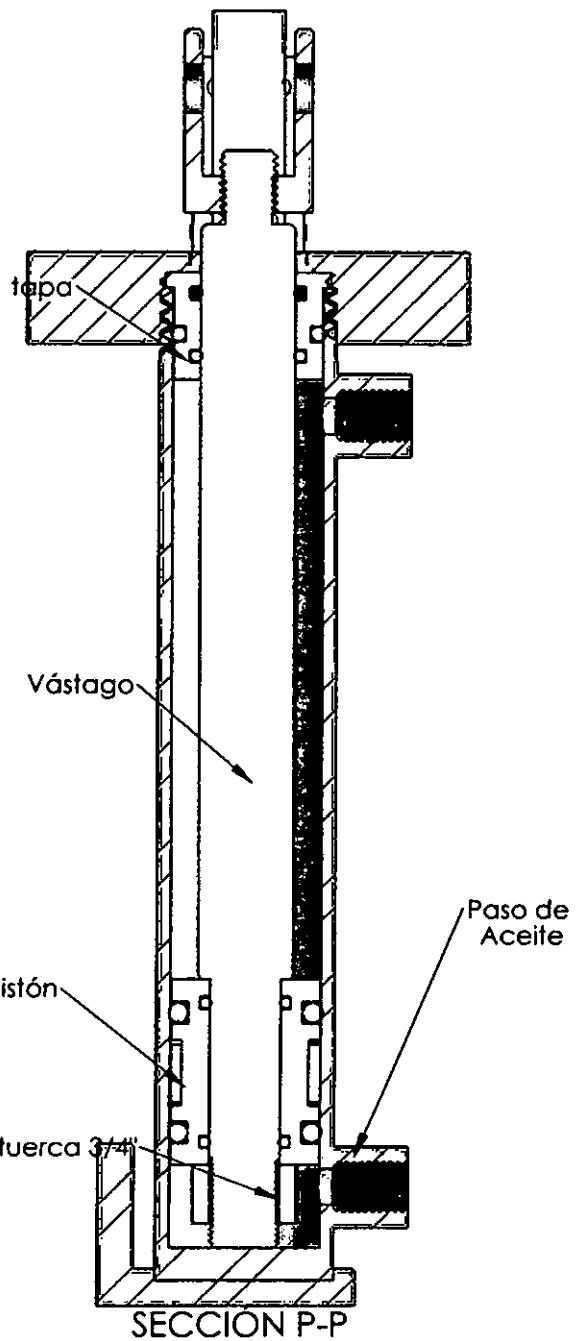
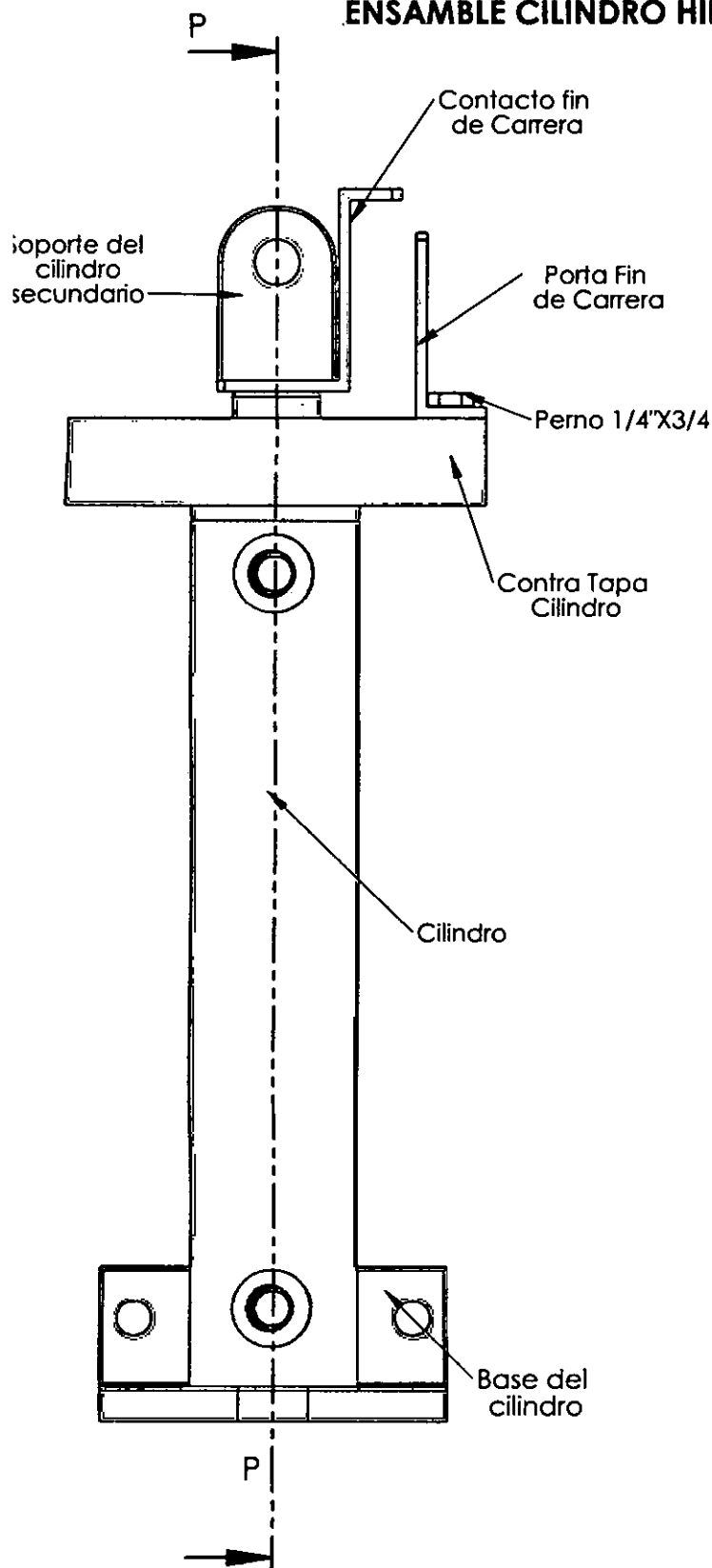
CUBO DEL PISTÓN DE AGUA



**SOPORTE DEL CILINDRO
HIDRÁULICO SECUNDARIO**

SE INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: NCIAS: LAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
NOMBRE: E. QUEVEDO M. FIRMA: J. MA SAN FECHA: 09/14 09/14								TÍTULO: CUBO DEL PISTÓN DE AGUAY SOPORTE DEL VÁSTAGO DEL CILINDRO SECUNDARIO			
MATERIAL:								N.º DE DIBUJO		A4	
PESO:								ESCALA: 1:1		HOJA 22 DE 37	

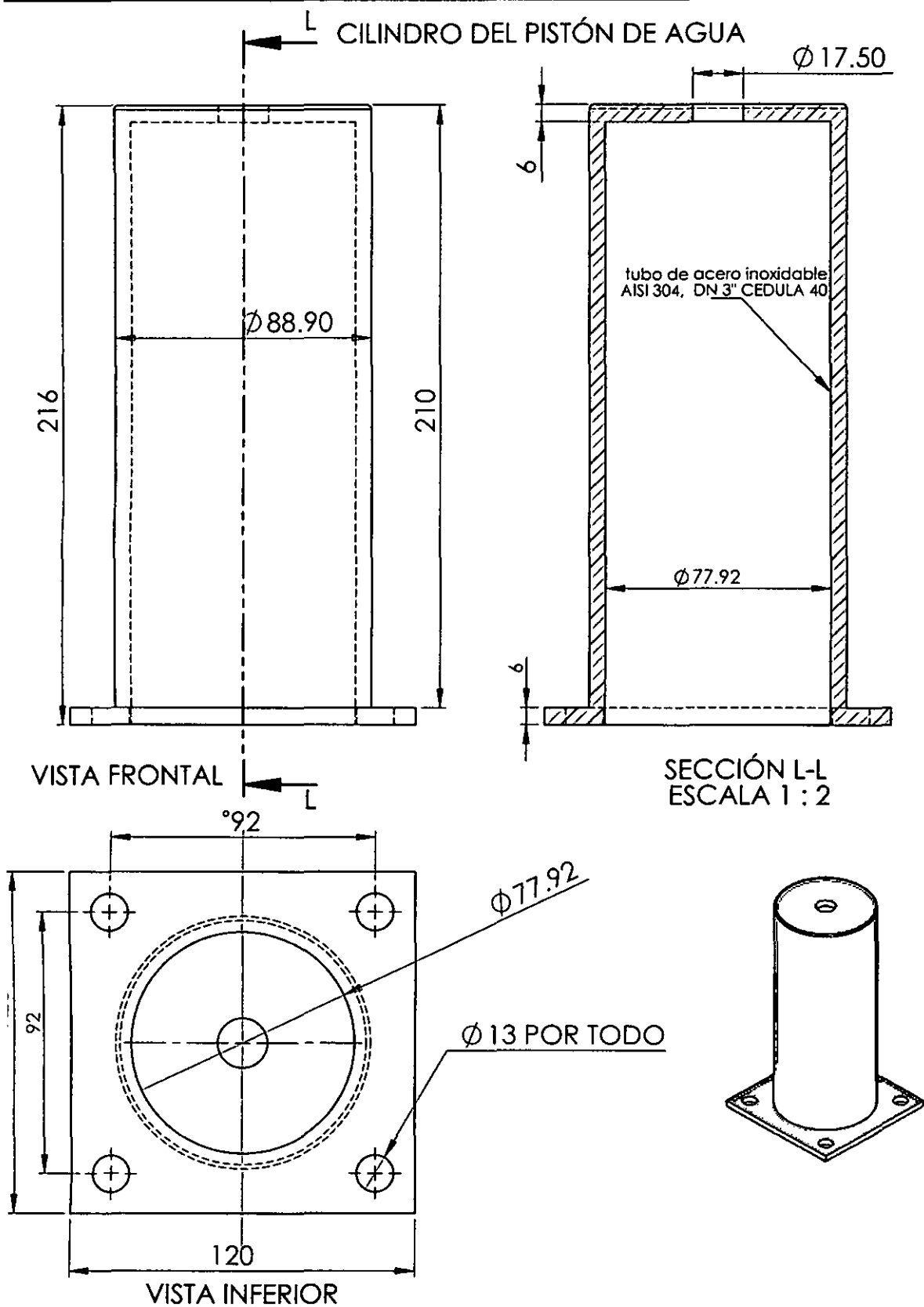
ENSAMBLE CILINDRO HIDRÁULICO SECUNDARIO



SECCION P-P

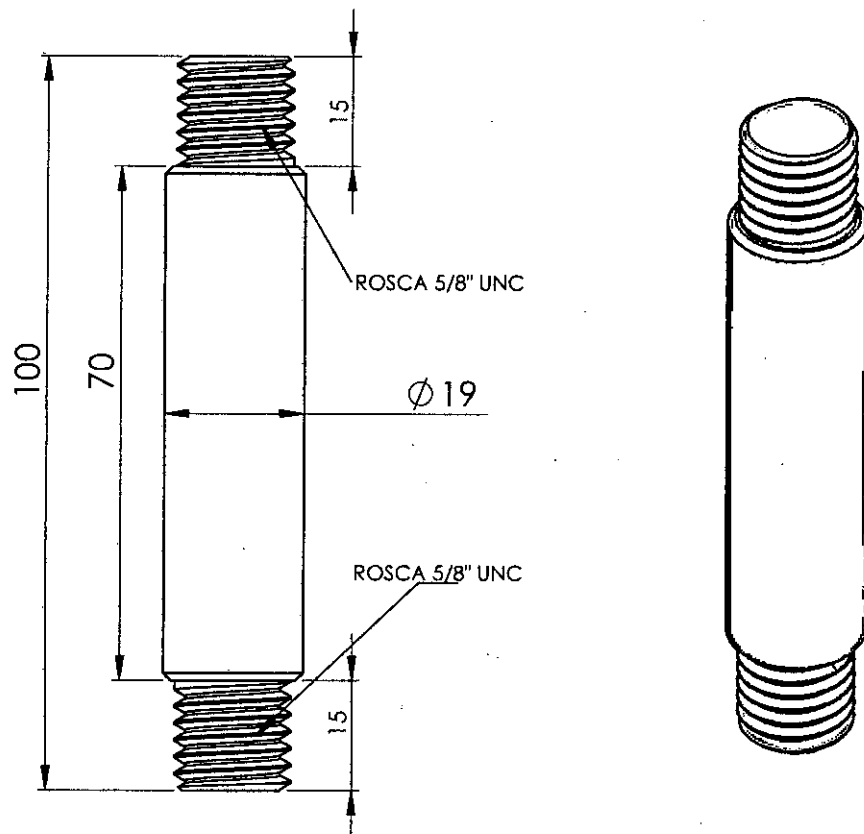
ESCALA 1 : 2

SE INDICA LO CONTRARIO: DIMENSIONES SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: UNIDADES: UNIDAD:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
							MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS				
							TÍTULO:				
							CILINDRO HIDRÁULICO SECUNDARIO ENSAMBLADO				
NOMBRE	FIRMA	FECHA					N.º DE DIBUJO		A4		
E. QUEVEDO M.		09/14					HAPS N.º : 23				
J. MA SAN		09/14									
			MATERIAL:								
			PESO: 12 Kg				ESCALA: 1:5		HOJA 23 DE 37		

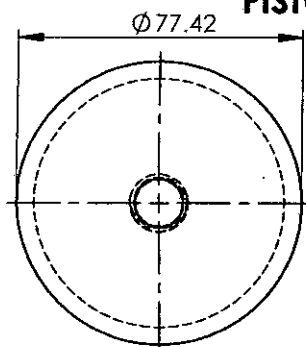


INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: VICIAS: ... LAR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
							MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS					
NOMBRE		FIRMA		FECHA				TÍTULO:				
E. QUEVEDO M.				09/14				CILINDRO DEL PISTÓN DE AGUA				
J. MA SAN				09/14								
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO MHAPS N.º: 24			A4	
						ACERO INOXIDABLE						
						AISI 304						
						PESO: 3 Kg		ESCALA:1:5			HOJA 24 DE 37	

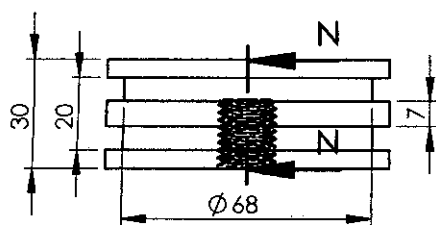
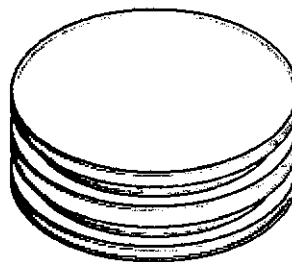
VÁSTAGO DEL PISTÓN DE INYECCIÓN DE AGUA



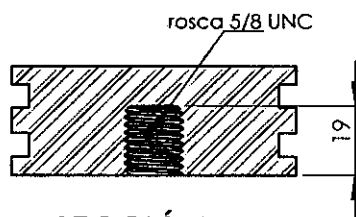
PISTÓN DE INYECCIÓN DE AGUA



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



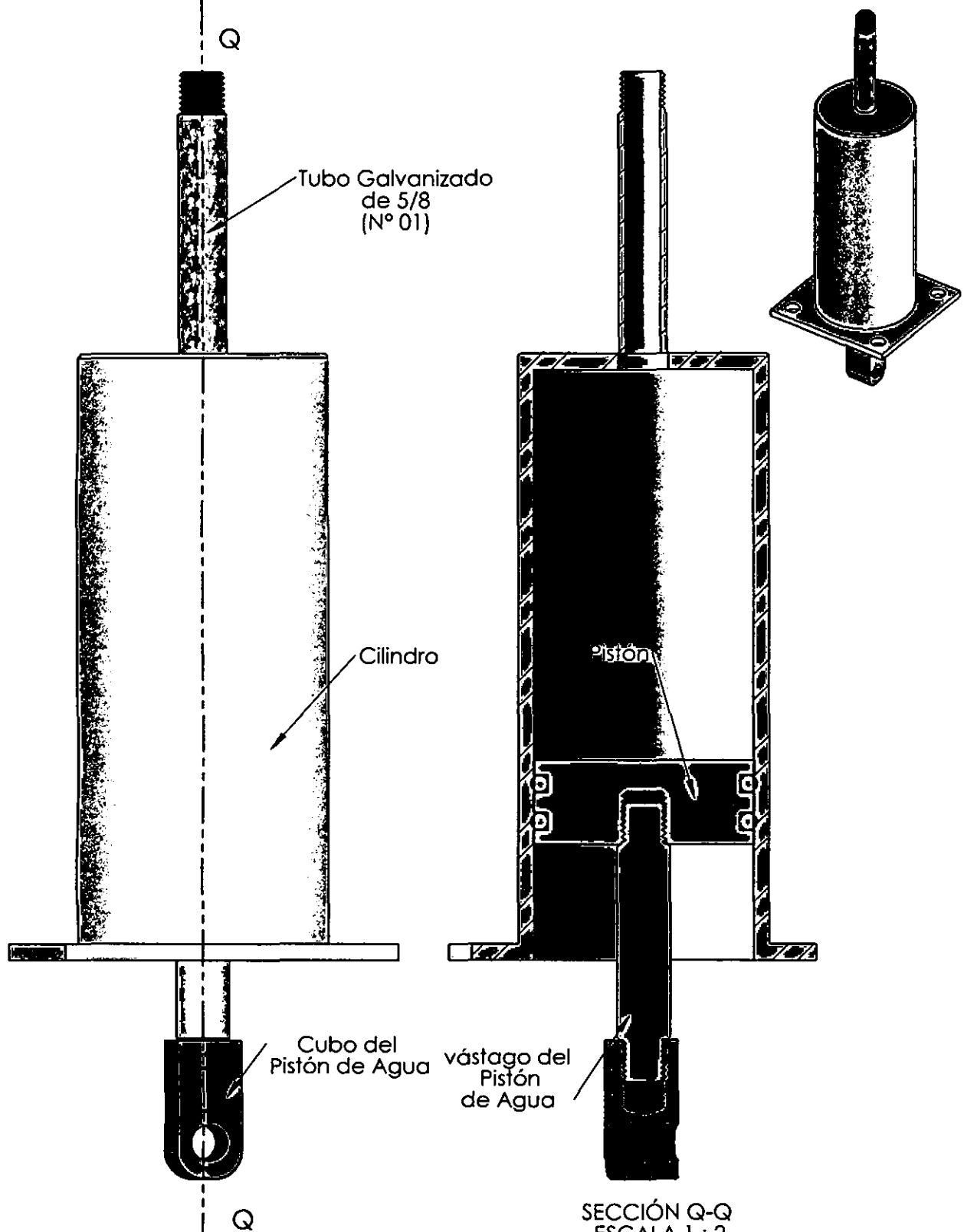
SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 2


O-RING 6X68mm
CANT: 02

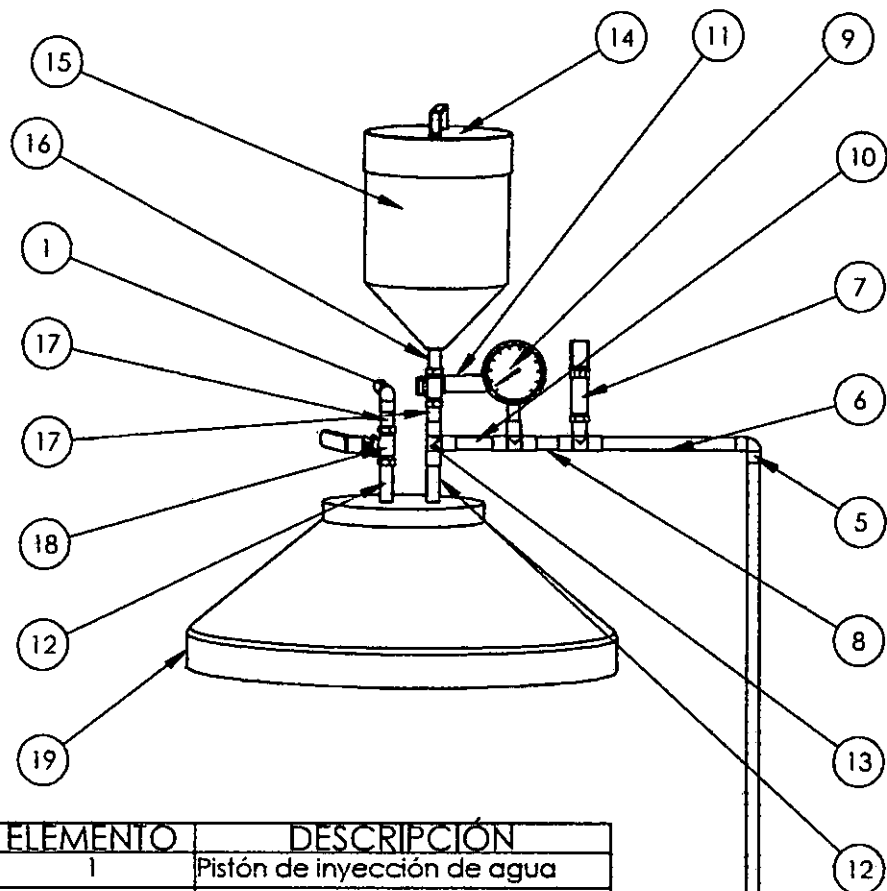


INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM NO SUPERFICIAL: CANTAS: JAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO: VÁSTAGO Y PISTÓN DEL PISTÓN DE INYECCIÓN DE AGUA			
E. QUEVEDO M.		09/14							
J. MA SAN		09/14							
				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4	
				VÁSTAGO: SAE 1045		MHAPS N.º: 25			
				PESO:		ESCALA: 1:1		HOJA 25 DE 37	

INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
AR:						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:			
E. QUEVEDO M.		09/14				ESPÁRRAGOS DEL PISTÓN DE INYECCIÓN Y PORTA FINAL DE CARRERA			
J. MA SAN		09/14							
			MATERIAL:			N.º DE DIBUJO		A4	
						MHAPS N.º: 26			
			PESO:			ESCALA: 1:2		HOJA 26 DE 37	

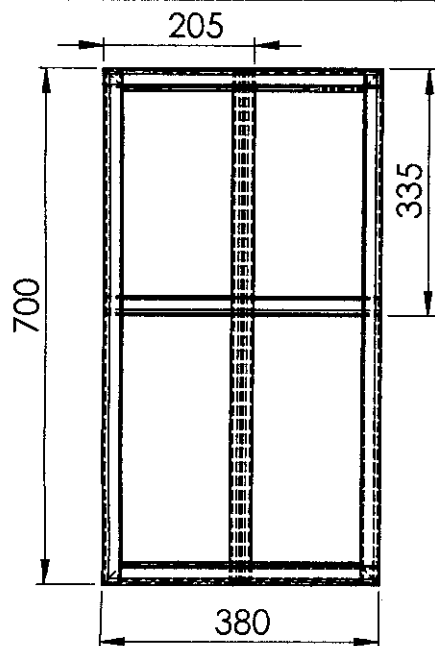


INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CICLAS: LAR:			ACABADO: 		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
							MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS				
NOMBRE		FIRMA		FECHA				TÍTULO:			
E. QUEVEDO M.				09/14				ENSAMBLE DEL PISTÓN DE INYECCIÓN DE AGUA			
J. MA SAN				09/14							
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO			A4
								MHAPS N.º: 27			
						PESO: 8 Kg		ESCALA: 1:2			HOJA 27 DE 37

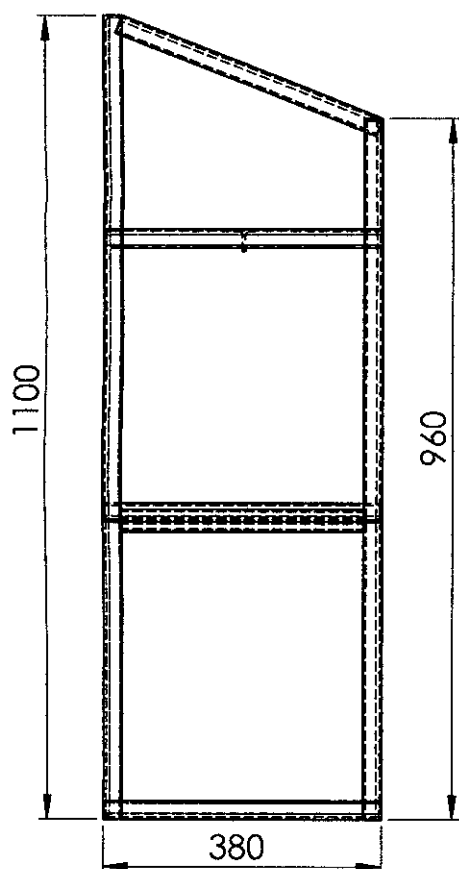
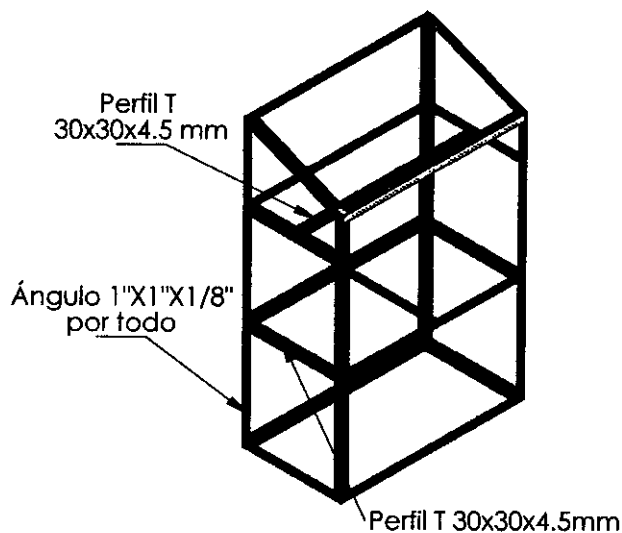


ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Pistón de inyección de agua
2	Tubo 01
3	Unión universal de 3/8"
4	Tubo 02
5	Codo de 3/8"
6	Tubo 03
7	Sensor de presión
8	Tubo 04
9	Manómetro
10	Tubo 05
11	Válvula de bola de 3/8
12	Tubo 06
13	T de 3/8
14	Tapa del depósito de abastecimiento
15	Depósito de abastecimiento
16	Tubo 08
17	Tubo 07
18	Válvula de bola 3/8
19	Cono superior

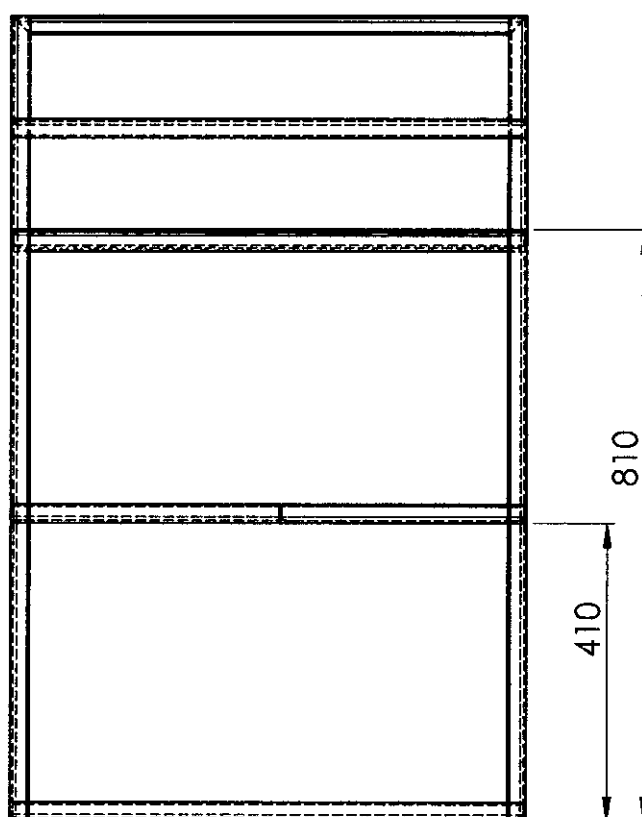
INDICAR LO CONTRARIO: DATOS SE EXPRESAN EN MM (DO SUPERFICIAL: UNCIAS: IL: ILAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIA LA ESCALA	REVISIÓN
MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS					
TÍTULO:				DISPOCICIÓN DE LAS TUBERIAS	
NOMBRE E. QUEVEDO .M J. MA SAN	FIRMA	FECHA 09/14 09/14	N.º DE DIBUJO MHAPS N.º: 29		
MATERIAL:			ESCALA: 1:20		
PESO:			HOJA 29 DE 37		



VISTA SUPERIOR

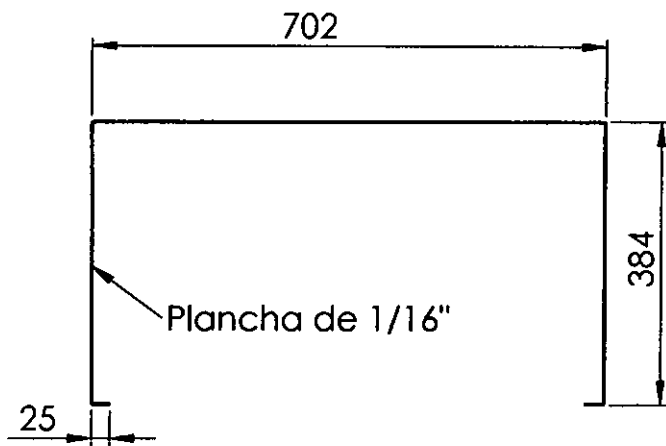


VISTA LATERAL

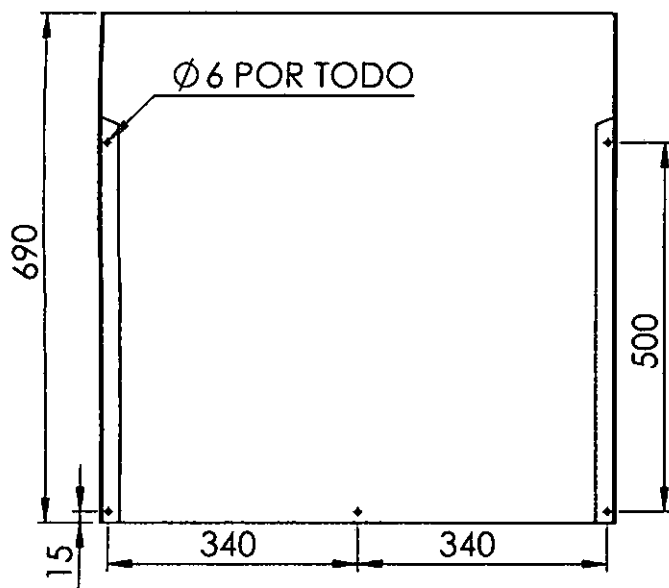
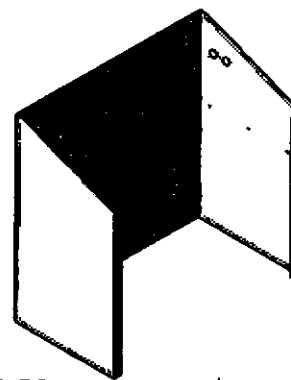


VISTA FRONTAL

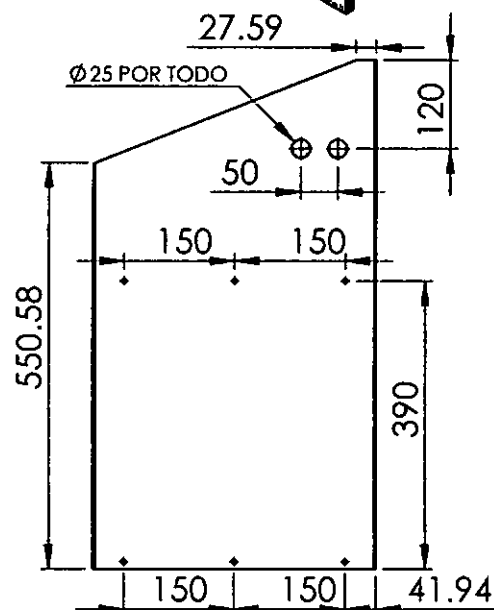
INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM DO SUPERFICIAL: NCIAS: LAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
						TÍTULO: ESTRUCTURA DE LA CAJA DE CONTROL			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				N° DE DIBUJO		MHAPS N° : 30	
E. QUEVEDO M.		09/14						A4	
J. MA SAN		09/14							
			MATERIAL:						
			PESO:			ESCALA: 1:10		HOJA 30 DE 37	



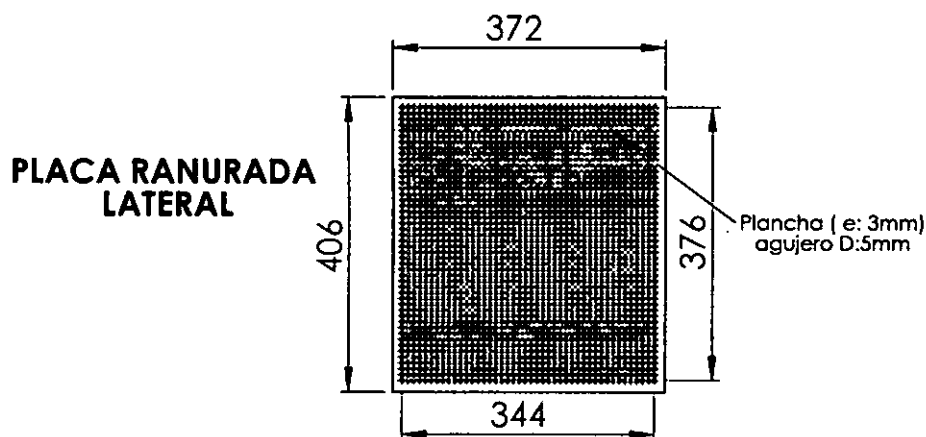
vista superior



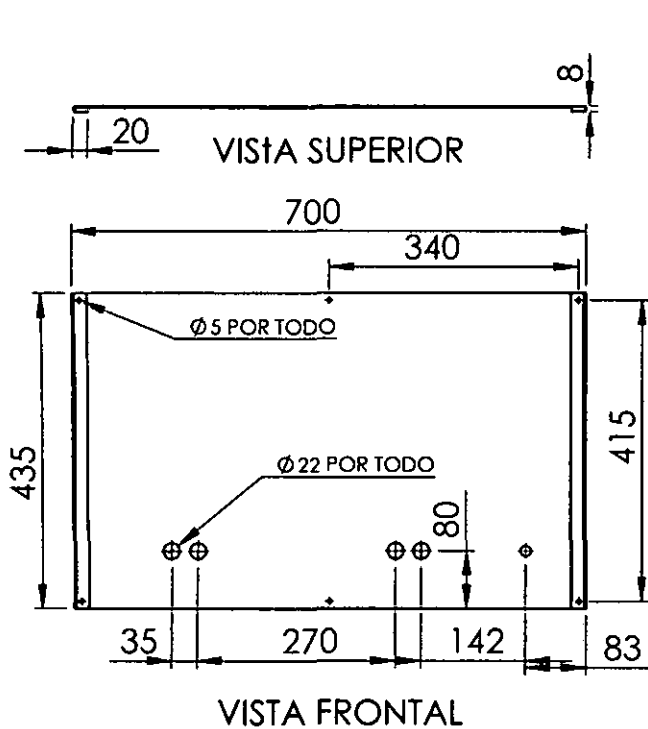
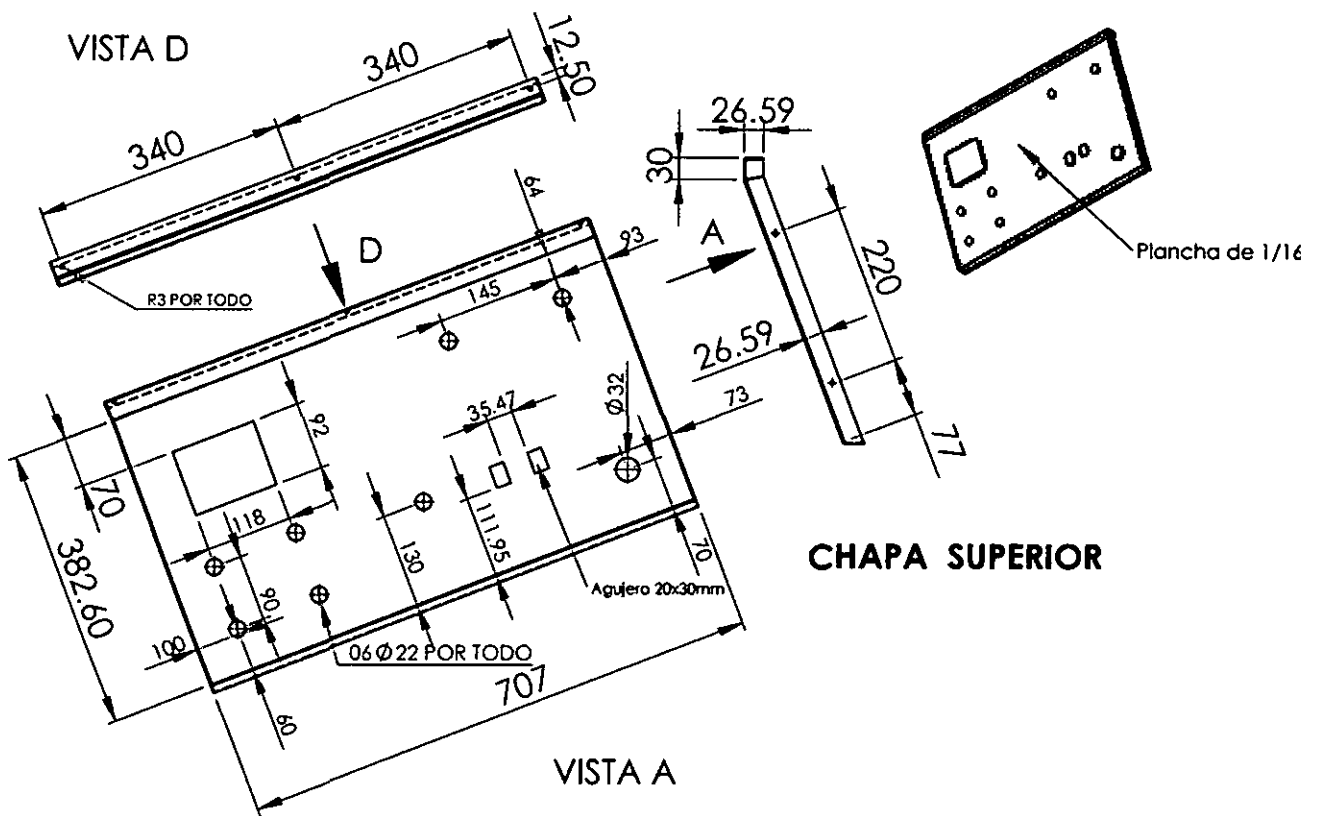
vista Frontal



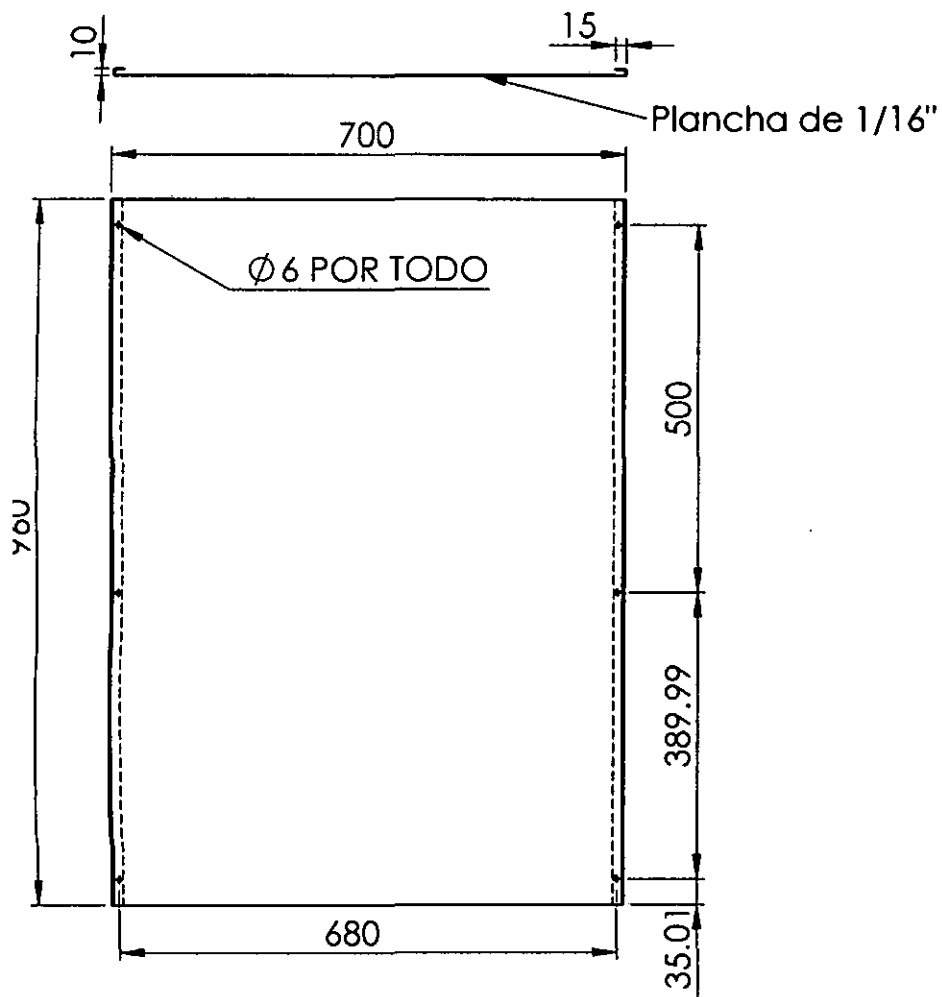
Vista de Perfil



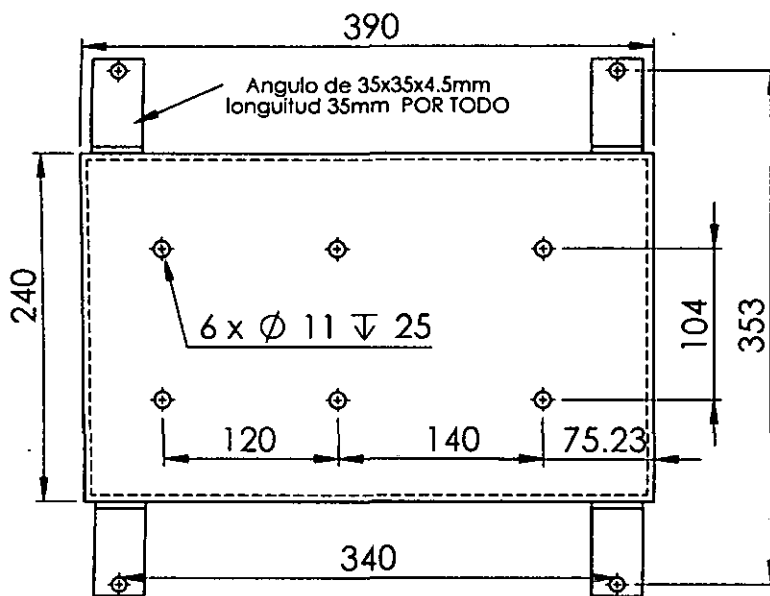
INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM. NO SUPERFICIAL: VARIAS: LARGO:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
						TÍTULO: CHAPA MEDIA			
NOMBRE	FIRMA	FECHA							
E. QUEVEDO M.		09/14							
J. MA SAN		09/14							
			MATERIAL:			N.º DE DIBUJO			A4
						MHAPS N.º : 31			
			PESO:			ESCALA: 1:10			HOJA 31 DE 37



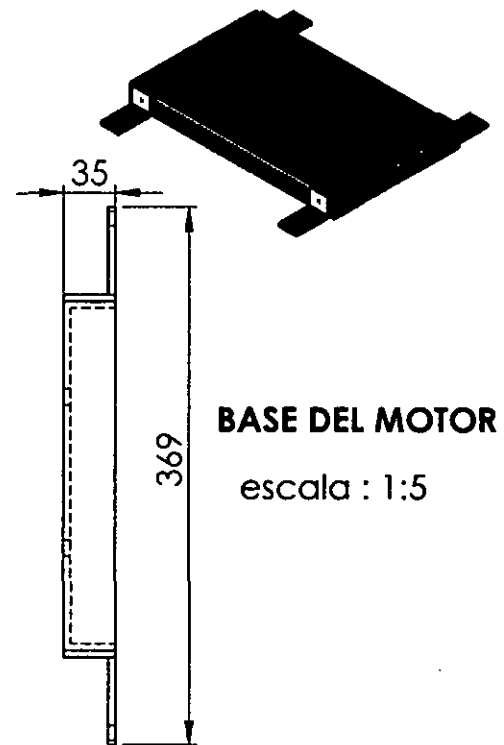
INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM NO SUPERFICIAL: ICIAS:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
AR:						TÍTULO:			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				CHAPA SUPERIOR Y POSTERIOR			
E. QUEVEDO M.		09/14							
J. MA SAN		09/14							
MATERIAL:						N.º DE DIBUJO			
PLANCHA DE 1/16"						MHAPS N.º : 32			
						A4			
PESO:						ESCALA: 1:10			
						HOJA 32 DE 37			



**TAPA PRINCIPAL
DE CAJA**

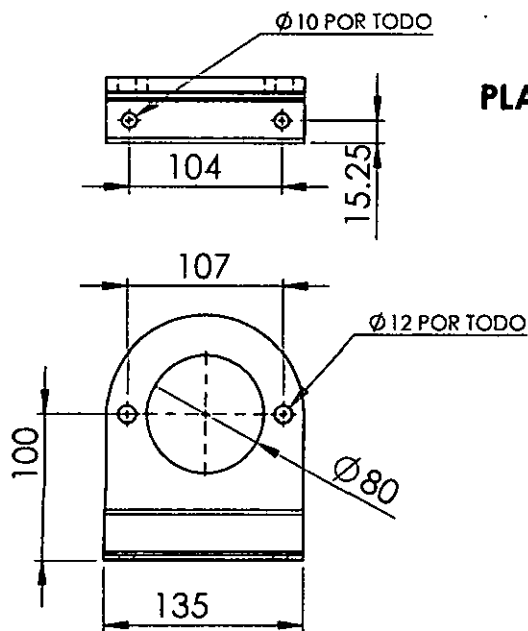


VISTA SUPERIOR

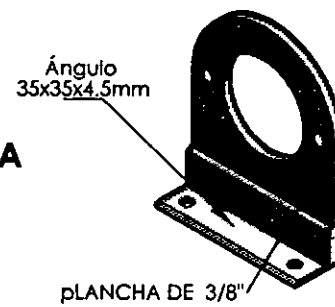


BASE DEL MOTOR
escala : 1:5

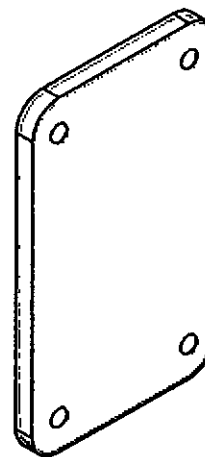
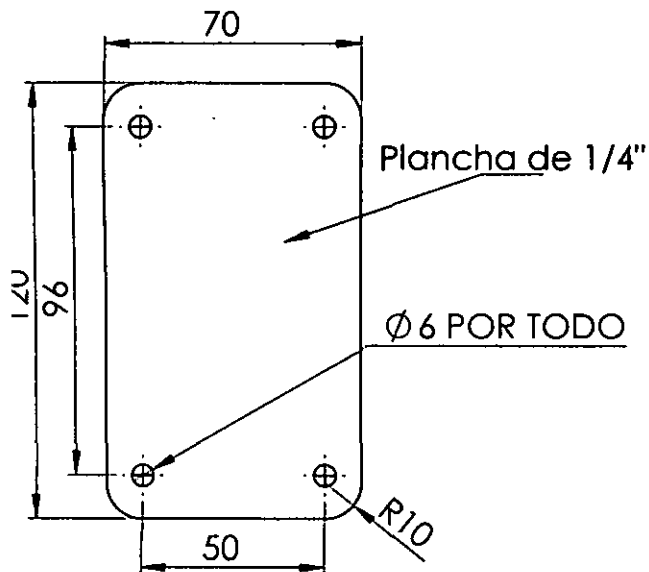
INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
AR:						TÍTULO:			
NOMBRE	FIRMA	FECHA				TAPA DE LA CAJA Y BASE DEL MOTOR			
E. QUEVEDO M.		09/14							
J. MA SAN		09/14							
						N.º DE DIBUJO		A4	
						MHAPS N.º : 33			
						ESCALA: 1:10		HOJA 33 DE 37	



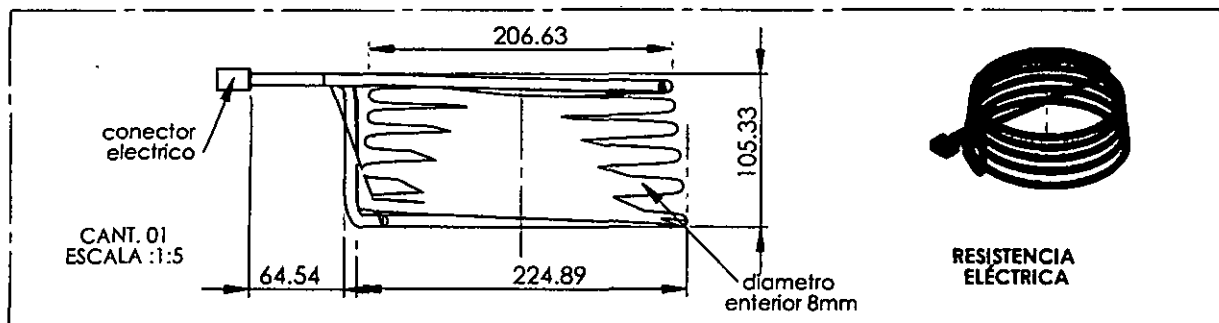
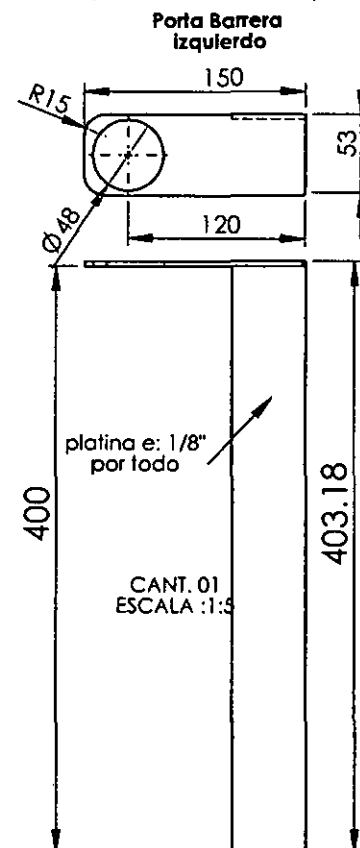
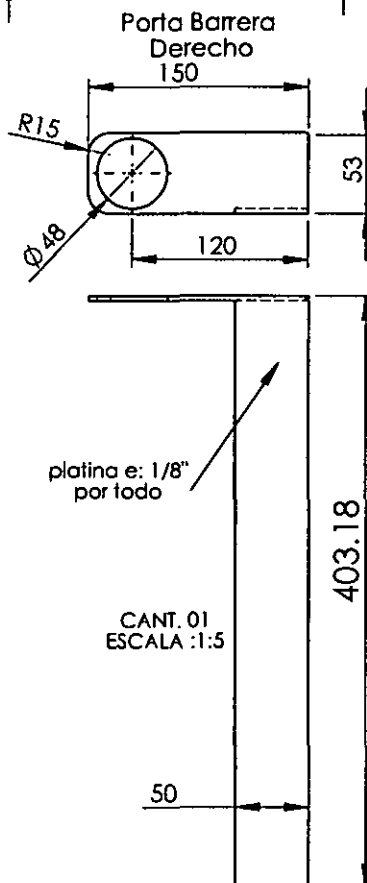
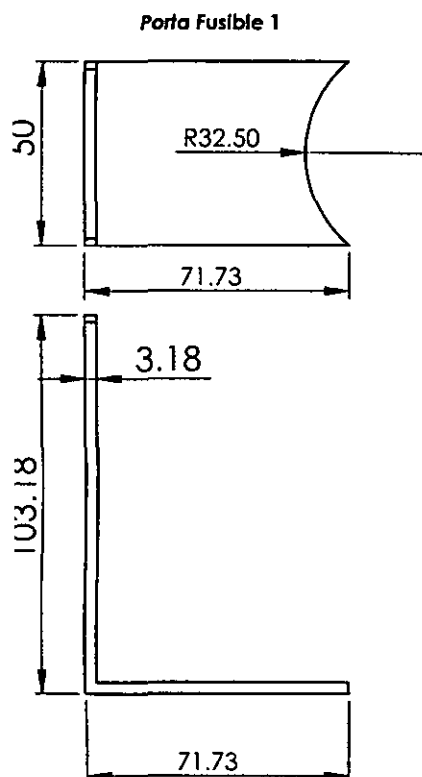
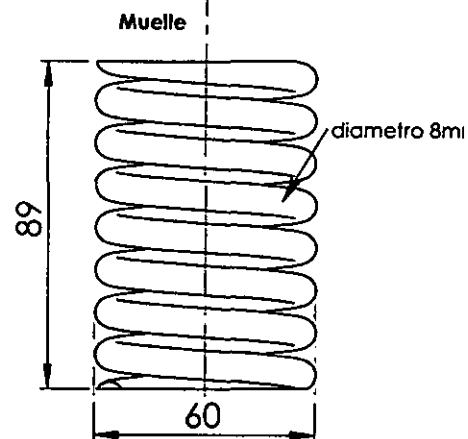
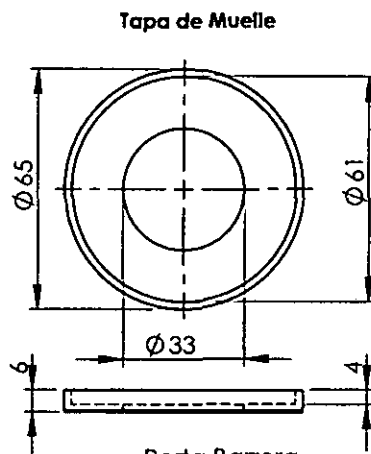
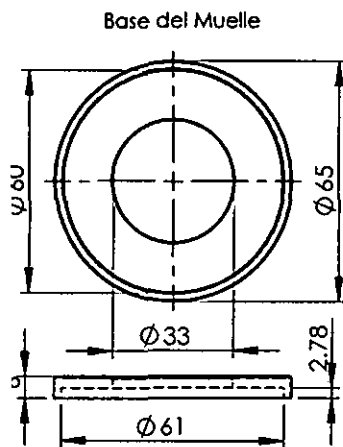
PLACA PORTA BOMBA



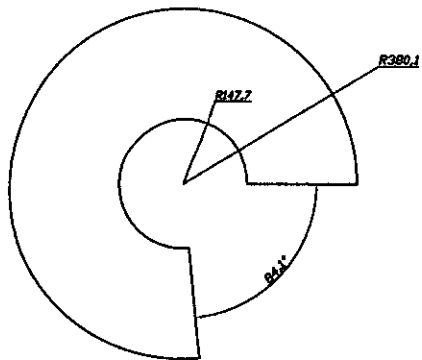
**PLACA PORTA BASE
DE ELECTROVALVULA
CANT; 02**



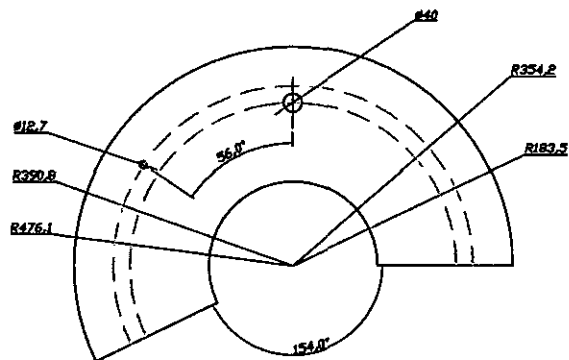
INDICA LO CONTRARIO: LAS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CÍAS:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS			
AR:						TÍTULO:			
NOMBRE	FORMA	FECHA				BASE DEL MOTOR Y BOMBA			
E. QUEVEDO M.		09/14							
J. MA SAN		09/14							
				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4	
						MHAPS N° : 34			
				PESO:		ESCALA: 1:2		HOJA 34 DE 37	



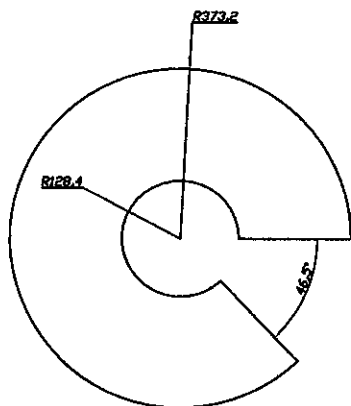
INDICA LO CONTRARIO: AS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS						TÍTULO:			
NOMBRE						PIEZAS VARIAS			
FIRMA						N.º DE DIBUJO			
FECHA						MHAPS N.º : 36			
MATERIAL:						ESCALA:1:2			
PESO:						HOJA 36 DE 37			



cono Superior
Plancha de $\frac{5}{16}$ "

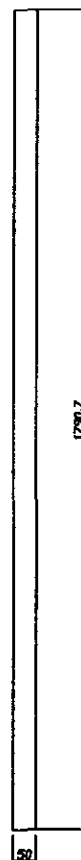


cono Medio
Plancha de $\frac{1}{4}$ "

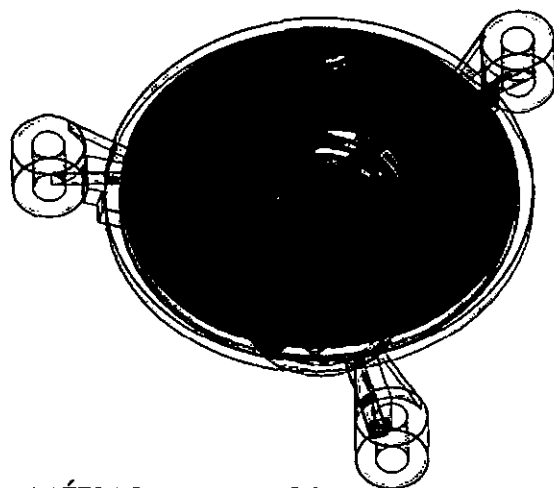


Cono Inferior
Plancha de $\frac{5}{16}$ "

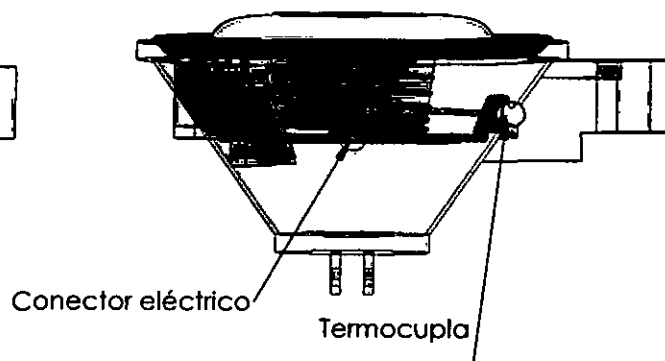
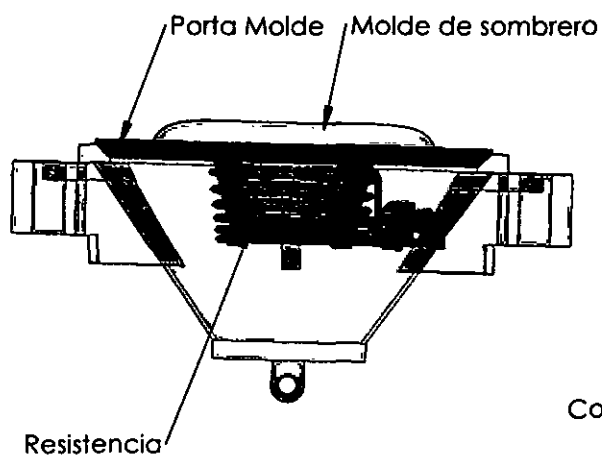
collarin del
cono Superior
($\frac{5}{16}$ "



sin cambios con respecto a los planos de 45.0 y 45.0		Nombre	Fecha	título	Plano n°	UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA	
por		E. QUEVEDO M.	09/14	Desarrollo de los Conos	MHAPS n° 37	MAQUINA HIDRAULICA AUTOMATICA PLANCHADORA DE SOMBREROS	
por		J. MA SAN	09/14		escala: $\frac{1}{16}$		
							A4



VISTA ISOMÉTRICA INFERIOR



INDICA LO CONTRARIO: LOS SE EXPRESAN EN MM O SUPERFICIAL: CIAS:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN																																																							
						MÁQUINA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA PLANCHADORA DE SOMBREROS																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E. QUEVEDO M.</td> <td></td> <td>09/14</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>J. MA SAN</td> <td></td> <td>09/14</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						NOMBRE	FIRMA	FECHA				E. QUEVEDO M.		09/14				J. MA SAN		09/14																																								TÍTULO:			
NOMBRE	FIRMA	FECHA																																																													
E. QUEVEDO M.		09/14																																																													
J. MA SAN		09/14																																																													
						UBICACIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA																																																									
						N.º DE DIBUJO		A4																																																							
						MHAPS N° : III																																																									
MATERIAL:						ESCALA: 1:20		HOJA 4 DE 4																																																							
PESO:																																																															

ANEXO N°4: DIMENSIONES DE ROSCA UNF y UNC.

TABLA 14-1 Dimensiones principales de las roscas de tornillo Unified National Standard
 Datos calculados de las ecuaciones 14.1—Véase la referencia 3 para mayor información

Tamaño	Diámetro mayor d (in o pulg)	Roscas bastas—UNC			Roscas finas—UNF		
		Hilos por pulgada	Diámetro menor d_r (in)	Área de esfuerzo a tensión A_t (in ²)	Hilos por pulgada	Diámetro menor d_r (in)	Área de esfuerzo a tensión A_t (in ²)
0	0.0600	—	—	—	80	0.0438	0.0018
1	0.0730	64	0.0527	0.0026	72	0.0550	0.0028
2	0.0860	56	0.0628	0.0037	64	0.0657	0.0039
3	0.0990	48	0.0719	0.0049	56	0.0758	0.0052
4	0.1120	40	0.0795	0.0060	48	0.0849	0.0066
5	0.1250	40	0.0925	0.0080	44	0.0955	0.0083
6	0.1380	32	0.0974	0.0091	40	0.1055	0.0101
8	0.1640	32	0.1234	0.0140	36	0.1279	0.0147
10	0.1900	24	0.1359	0.0175	32	0.1494	0.0200
12	0.2160	24	0.1619	0.0242	28	0.1696	0.0258
1/4	0.2500	20	0.1850	0.0318	28	0.2036	0.0364
5/16	0.3125	18	0.2403	0.0574	24	0.2584	0.0581
3/8	0.3750	16	0.2938	0.0775	24	0.3209	0.0878
7/16	0.4375	14	0.3447	0.1063	20	0.3725	0.1187
1/2	0.5000	13	0.4001	0.1419	20	0.4350	0.1600
9/16	0.5625	12	0.4542	0.1819	18	0.4903	0.2030
5/8	0.6250	11	0.5069	0.2260	18	0.5528	0.2560
3/4	0.7500	10	0.6201	0.3345	16	0.6688	0.3730
7/8	0.8750	9	0.7307	0.4617	14	0.7822	0.5095
1	1.0000	8	0.8376	0.6057	12	0.8917	0.6630
1 1/8	1.1250	7	0.9394	0.7633	12	1.0167	0.8557
1 1/4	1.2500	7	1.0644	0.9691	12	1.1417	1.0729
1 3/8	1.3750	6	1.1585	1.1549	12	1.2667	1.3147
1 1/2	1.5000	6	1.2835	1.4053	12	1.3917	1.5810
1 3/4	1.7500	5	1.4902	1.8995			
2	2.0000	4.5	1.7113	2.4982			
2 1/4	2.2500	4.5	1.9613	3.2477			
2 1/2	2.5000	4	2.1752	3.9988			
2 3/4	2.7500	4	2.4252	4.9340			
3	3.0000	4	2.6752	5.9674			
3 1/4	3.2500	4	2.9252	7.0989			
3 1/2	3.5000	4	3.1752	8.3286			
3 3/4	3.7500	4	3.4252	9.6565			
4	4.0000	4	3.6752	11.0826			

ANEXO N° 05: TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO.



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS DN		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/ft	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160			2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-			2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.95	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
				0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197

WLAN 453

ANEXO N° 06: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ACEROS SEGÚN ASTM.

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

ANEXO 07: BARRAS DE ACERO AL CARBONO.

BARRAS DE ACEROS CARBONO



AISI / SAE 1020

Estado de Suministro

Forjado.

Laminado con tolerancia DIN 1013.

Trefilado con tolerancia ISO 286-2 h11.



Formas	Color

Características

Acero de bajo contenido de carbono, de fácil mecanizado y buena soldabilidad. De baja dureza para usos convencionales de baja exigencia.

Composición Química

% C	% Mn	% Si	% P	% S
0,18 - 0,23	0,30 - 0,60	0,15 - 0,35	≤ 0,04	≤ 0,05

Aplicaciones

Bases de matrices, soportes, engranajes, flanges, pernos de anclaje, ejes, cadenas, bujes, tornillería corriente y pasadores de baja resistencia.

Propiedades Mecánicas Acero Laminado (Valores típicos)

Dureza (HB)	Esfuerzo Fluencia (mín.) (Kg / mm ²)	Esfuerzo Tracción (Kg / mm ²)	Elongación (mín.) %
110 - 130	27	40 - 45	20

AISI / SAE 1045

Estado de Suministro

Forjado.

Laminado con tolerancia DIN 1013.

Trefilado con tolerancia ISO 286-2 h11.



Formas	Color

Características

Acero de mediano contenido de carbono utilizado ampliamente en elementos estructurales que requieran mediana resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo. Posee baja soldabilidad, buena maquinabilidad y excelente forjabilidad.

Composición Química

% C	% Mn	% Si	% P	% S
0,43 - 0,50	0,60 - 0,90	0,15 - 0,35	≤ 0,04	≤ 0,05

Aplicaciones

Es utilizado para todo tipo de elementos que requieren dureza y tenacidad como ejes, manivelas, chavetas, pernos, tuercas, cadenas, engranajes de baja velocidad, espárragos, acoplamientos, bielas, pasadores, cigüeñales y piezas estampadas. Puede ser sometido a temple y revenido.

Propiedades Mecánicas Acero Laminado (Valores típicos)

Dureza (HB)	Esfuerzo Fluencia (mín.) (Kg / mm ²)	Esfuerzo Tracción (Kg / mm ²)	Elongación (mín.) %
170 - 190	40	63 - 73	15

ASTM A36

Estado de Suministro

Laminado con tolerancia DIN 1013.



Forma	Color

Características

Acero estructural de baja resistencia y buena soldabilidad, para aplicaciones que requieran propiedades mecánicas garantizadas.

Composición Química (Valores típicos)

% C	% Mn	% Si	% P	% S
≤ 0,28	0,60 - 0,90	≤ 0,40	≤ 0,04	≤ 0,05

Aplicaciones

Pernos de anclaje, pernos para aplicaciones livianas, tensores y pasadores de baja resistencia.

Propiedades Mecánicas

Esfuerzo Fluencia (mín.) (Kg / mm ²)	Esfuerzo Tracción (Kg / mm ²)	Elongación (mín.) %
25,5	40,8	20

ANEXO 08: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACERO ASTM A283.



Línea Gratuita
018000 414340



Pagos en Línea

Menú

Home Laminas ASTM A283

Características:

La placa de acero-calidad estructural A-283 fue diseñada para cubrir propósitos generales. De menor costo y resistencia que la placa A-36, tiene como características sobresalientes su facilidad de soldado y de rolado con un punto de cedencia menor que la placa A-36.

Tiene como características sobresalientes su facilidad de soldado y de rolado con un punto de cedencia menor que la placa A-36. Esta placa, disponible en versiones de acero al carbón o aleado, está diseñada para soportar la presión en recipientes y calderas, aunque su gran calidad las hace funcionales en muchas otras aplicaciones tiene como características sobresalientes su facilidad de soldado y de rolado
Especificaciones de proceso de soldadura según AWS A 5.1 E60 - Alta soldabilidad

Composición Química:

%C	%Mn	%Si	%Cu	%P	%S
-	-	-	-	0.035	0.040
0.24	0.90	0.04	0.2	-	-

Propiedades mecánicas:

Mínimo Límite Elástico:230MPa

Mínima Resistencia a la Tensión:380MPa

Elongación:min. 22%

Dureza: 115-135HB

Aplicaciones:

Sus principales aplicaciones son la fabricación de calderas baja presión, tuberías, tanques de almacenamiento y propósitos estructurales en general. Estos aceros son aptos para procesos de conformación mecánica y soldadura, fácil rolado.

ANEXO N° 09: TUBOS DE ACERO INOXIDABLE SIN SOLDADURA.

Según ASTM A312

Dimensiones Schedule según ANSI B36.19 y BS6.10

Calidades: AISI 304, 304L, 316, 316L

	NPS	(O.D.) mm	5S	10S	Std. 40S	40	XS 80S	80	XXS
	1/8"	10.29		1.24	1.73	1.73	2.41	2.41	
				0.28	0.37	0.37	0.47	0.47	
	1/4"	13.72		1.65	2.24	2.24	3.02	3.02	
				0.49	0.64	0.64	0.82	0.82	
	3/8"	17.15		1.65	2.31	2.31	3.20	3.20	
				0.63	0.87	0.87	1.12	1.12	
	1/2"	21.3	1.65	2.11	2.77	2.77	3.73	3.73	7.47
			0.81	1.02	1.29	1.29	1.64	1.64	2.59
	3/4"	26.7	1.65	2.11	2.87	2.87	3.91	3.91	7.82
			1.03	1.30	1.71	1.71	2.23	2.23	3.69
	1"	33.4	1.65	2.77	3.38	3.38	4.55	4.55	9.09
			1.31	2.13	2.54	2.54	3.29	3.29	5.53
	1 1/4"	42.2	1.65	2.77	3.56	3.56	4.85	4.85	9.70
			1.67	2.73	3.44	3.44	4.53	4.53	7.88
	1 1/2"	48.3	1.65	2.77	3.68	3.68	5.08	5.08	10.16
			1.93	3.16	4.11	4.11	5.49	5.49	9.69
	2"	60.3	1.65	2.77	3.91	3.91	5.54	5.54	11.07
			2.42	3.99	5.52	5.52	7.60	7.60	13.65
	2 1/2"	73.0	2.11	3.05	5.16	5.16	7.01	7.01	14.02
			3.75	5.34	8.77	8.77	11.59	11.59	20.72
	3"	88.9	2.11	3.05	5.49	5.49	7.62	7.62	15.24
			4.59	6.56	11.47	11.47	15.51	15.51	28.11
	3 1/2"	101.6	2.11	3.05	5.74	5.74	8.08	8.08	16.15
			5.25	7.53	13.78	13.78	18.92	18.92	34.56

ANEXO N° 10: ESFUERZOS MÁXIMOS PERMISIBLES DE DISEÑO A LA TENSION.

[illegible]

ANEXO N° 11: MANGUERAS HIDRÁULICAS.



CATALOGO GENERAL

MANGUERAS HIDRAULICAS

MEDIANA PRESION



Manguera hidráulica fabricada bajo Norma DIN 20022-1SN

Uso: En equipo y maquinarias de construcción, agrícolas, mineras y transporte en general, en de mediana presión, para el transporte de aceites minerales, hidráulicos, emulsiones de a. aceite. Resiste temperaturas entre -40° y +100° C máximo y en lapsos cortos de hasta 125° C

Tubo interior: De caucho sintético resistente a los aceites

Refuerzo: Una malla trenzada de alambre de acero endurecida y templado

Cubierta: Caucho sintético resistente a la abrasión e intemperie

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Medida	Diámetro interior (Pulg./mm)	Diámetro Exterior mm (+/- 1.2)	Presión de Trabajo		Presión de Prueba		Presión de Ruptura		Radio de Curvatura mm
			Bar	PSI	Bar	PSI	Bar	PSI	
3	3/16 / 4.8	11.8	250	3620	400	5797	1000	14490	90
4	1/4 / 6.4	13.4	225	3260	360	5212	900	13050	100
5	5/16 / 7.9	15	215	3115	340	4927	850	12320	115
6	3/8 / 9.5	17.4	180	2610	288	4174	720	10440	130
8	1/2 / 12.7	20.6	160	2320	256	3710	640	9280	180
10	5/8 / 15.9	23.7	130	1885	208	3014	520	7540	200
12	3/4 / 19.0	27.7	105	1520	168	2434	420	6000	240
16	1 / 25.4	35.6	88	1275	140	2028	350	5200	300
20	1 1/4 / 31.8	43.5	63	910	100	1450	250	3600	420
24	1 1/2 / 38.1	50.6	50	725	80	1160	200	2900	500
32	2 / 50.8	64.1	40	580	64	927	160	2320	630

ANEXO N ° 12: SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Tabla N° 8.7a
Intensidad de Corriente Admisible para Conductores Aislados
Fabricados según Normas Norteamericanas. Secciones AWG.
Temperatura Ambiente de: 30° C.

Sección [mm ²]	Temperatura de servicio [°C]					
	60		75		90	
	Tipos TW, UF		Tipos THW, THWN, TTU, TTMU, PT, PW		Tipos THHN,XTU, XTMU, EVA, USE-RHH, USE-RHHM, ET, EN	
	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B
2,08	20	25	20	30	25	35
3,31	25	30	25	35	30	40
5,26	30	40	35	50	40	55
8,37	40	60	50	70	55	80
13,3	55	80	65	95	75	105
21,2	70	105	85	125	95	140
26,7	85	120	100	145	110	165
33,6	95	140	115	170	130	190
42,4	110	165	130	195	150	220
53,5	125	195	150	230	170	260
67,4	145	225	175	265	195	300
85	165	260	200	310	225	350
107,2	195	300	230	360	260	405
126,7	215	340	255	405	290	455
151,8	240	375	285	445	320	505
177,3	250	420	310	505	350	570
202,7	280	455	335	545	380	615
253,2	320	515	380	620	430	700
303,6	355	575	420	690	475	780
354,7	385	630	460	755	520	855
379,5	400	655	475	785	535	885
405,4	410	680	490	815	555	920
456,0	435	730	520	870	585	985
506,7	455	780	545	935	615	1055
633,4	495	890	590	1065	665	1200
750,1	520	980	625	1175	705	1325
886,7	545	1070	650	1280	735	1455
1.013	560	1155	665	1385	750	1560

Grupo A.- Hasta tres conductores en ducto, en cable o directamente enterrados.

Grupo B.- Conductor simple al aire libre. Para aplicar esta capacidad, en caso de conductores que corran paralelamente, debe existir entre ellos una separación mínima equivalente a un diámetro del conductor.

No obstante lo indicado en la tabla, las protecciones de cortocircuito de los conductores de 2,08 mm², 3,31 mm² y 5,26 mm², no deberán exceder de 16, 20 y 32 A, respectivamente

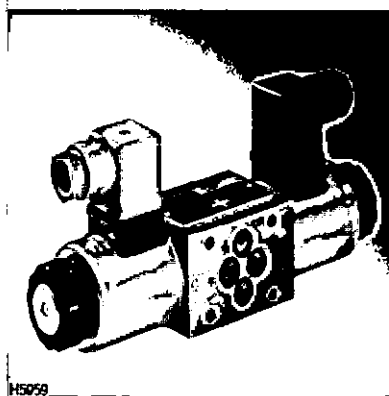
ANEXO N° 13: CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTROVÁLVULA.

Válvula direccional de bloqueo de 4/2 y 4/3 vías

RS 23193/07.11 1/16
Reemplaza a: 08.06

Tipo Z4WE

Tamaño nominal 6
Serie 3X
Máxima presión de servicio 315 bar
Caudal máximo 50 l/min



Funcionamiento, corte

La válvula direccional tipo Z4WE es una válvula direccional de corredera. Comanda el arranque, parada y dirección de un caudal.

La válvula direccional consta básicamente de carcasa (1), uno o dos solenoides (2), pistón de mando (3), como también uno o dos resortes de retorno (4).

En estado desenergizado, el pistón de mando (3) es mantenido en la posición media por los resortes de retorno (4). El accionamiento del pistón de mando (3) se efectúa mediante el solenoide en baño de aceite (2).

Para un funcionamiento sin problemas se debe prestar atención a que la cámara a presión del solenoide esté llena de aceite.

La fuerza del solenoide (2) actúa mediante el vástago (5) sobre el pistón de mando (3) y lo desplaza de la posición de salida a la posición deseada. Con ello se libera la dirección del caudal en A② hacia A① y B② hacia B①.

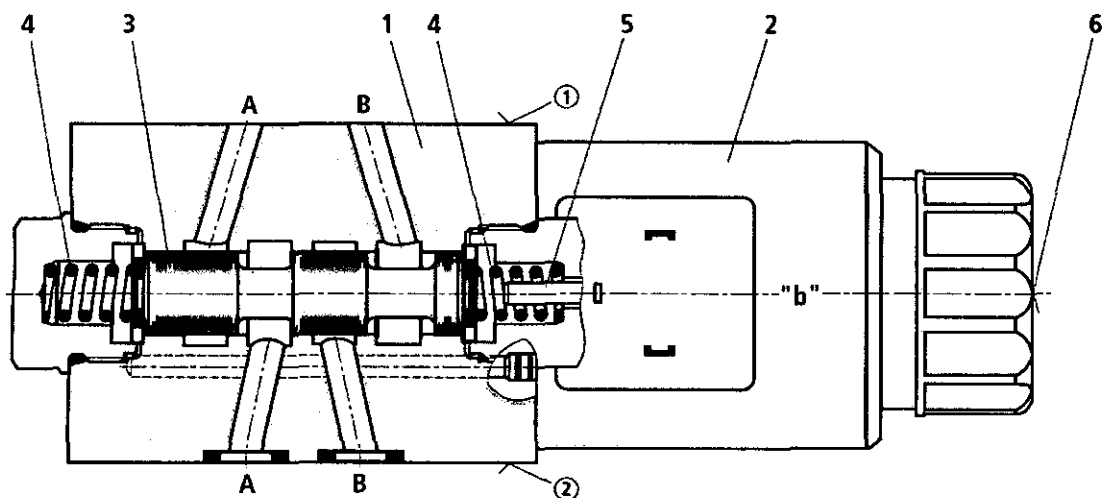
Luego de la desexcitación del solenoide (2), el pistón de mando (3) es desplazado por el resorte de retorno (4) nuevamente a la posición inicial.

Un dispositivo de accionamiento auxiliar (6) permite, opcionalmente, el movimiento del pistón de mando (3) sin excitación del solenoide.

Aviso!

Las válvulas tienen, debido a su principio constructivo, un aceite de fugas interno que puede aumentar durante su vida útil.

Cargas admisibles de choques y vibraciones, ver catálogo 08012.



Tipo Z4WE 6 ...

① = lado aparato

② = lado placa

Datos técnicos (¡consúltenos en caso de utilizar el equipo fuera de los valores indicados!)

generales

Masa	- Válvula con un solenoide	kg	1,2
	- Válvula con dos solenoides	kg	1,6
Posición de montaje			A voluntad
Rango de temperatura ambiente		°C	-30 hasta +50 (juntas NBR) -20 hasta +70 (juntas FKM)
Valores MTTF _d según EN ISO 13849		Años	150 (para otros datos ver catálogo 08012)
Cargas admisibles de choques y vibraciones			Ver catálogo 08012

hidráulicos

Presión de servicio máxima	- Conexión P, A, B	bar	315
	- Conexión T	bar	210 para tensión continua 160 para tensión alterna
Caudal máximo		l/min	50
Fluido hidráulico			Ver tabla abajo
Rango de temperatura del fluido hidráulico		°C	-30 hasta +80 (juntas NBR) -20 hasta +80 (juntas FKM)

Rango de viscosidad	mm ² /s	2,8 hasta 500
Grado máximo admisible de ensuciamiento del fluido, clase de pureza según ISO 4406 (c)		Clase 20/18/15 ¹⁾

Fluido hidráulico	Clasificación	Materiales de junta adecuados	Normas
Aceites minerales e hidrocarburos compatibles	HL, HLP, HLPD, HVLP, HVLDP	NBR, FKM	DIN 51524
Compatible con el medio ambiente	- Insoluble en agua	HETG	ISO 15380
		HEES	
	- Soluble en agua	HEPG	ISO 15380
	- Acuoso	HFC	ISO 12922



Importantes indicaciones sobre fluidos hidráulicos!

- Para más informaciones e indicaciones sobre la utilización de otros fluidos hidráulicos, ver catálogo 90220 o consultar!
- Es posible que haya restricciones para datos técnicos de válvula (temperatura, rango de presión, vida útil, intervalos de mantenimiento, etc.)!
- El punto de inflamación del medio de proceso y servicio empleado debe estar 15 K por encima de la temperatura superficial máxima del solenoide.

- **Difícilmente inflamable – contiene agua:** Diferencia máxima de presión por canto de mando 175 bar, de lo contrario gran erosión por cavitación! Precompresión del tanque < 1 bar o > 20 % de la diferencia de presión. Los picos de presión no deberían exceder las presiones máximas de servicio!
- **Compatible con el medio ambiente:** Al utilizar fluidos hidráulicos compatibles con el medio ambiente, que simultáneamente liberan Zinc, puede ocurrir un enriquecimiento del medio con Zinc (por polo 700 mg Zinc).

eléctricos

Tipo de tensión		Tensión continua	Tensión alterna 50/60 Hz
Tensiones suministrables ²⁾	V	12, 24, 96, 205	110, 230
Tolerancia de tensión (tensión nominal)	%	±10	±10
Consumo de potencia	W	30	-
Potencia de retención	VA	-	50
Potencia de conexión	VA	-	220
Tiempo de conexión (ED)	%	100	100
Tiempo de conmutación según ISO 6403 ³⁾	- CONECTAR	ms	20 hasta 45
	- DESCONECTAR	ms	10 hasta 25
Frecuencia de conmutación máxima	1/h	15000	7200
Temperatura máxima de bobinas ⁴⁾	°C	150	180
Tipo de protección según DIN EN 60529		IP 65 (con zócalo de cable montado y enclavado)	

²⁾ Tensiones especiales según consulta

³⁾ Los tiempos de conmutación fueron determinados para una temperatura del fluido de 40 °C y 46 cSt. Temperaturas del

En la conexión eléctrica se debe conectar el cable de protección (PE ≡) según las indicaciones.

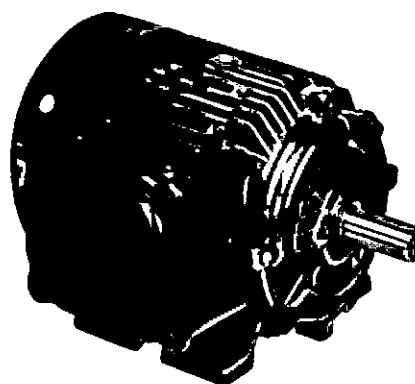
ANEXO N° 14: MOTOR MONOFASICO 1LF3.

Motores monofásicos 1LF3, totalmente cerrados

Jaula de ardilla, totalmente cerrados con ventilación exterior, aisl. clase F, F.S.1.0

Potencia C.P.	r.p.m.	Armazón	Modelo	Catálogo No. Horizontal con patas	Catálogo No. con brida C y patas		Catálogo No. ejecución JM	Tensión nominal V	Corriente nominal A
					AK=4.5"	AK=8.5"	AK=4.5"		
3	3600	182T	1LF3 182-2YK	30002440	30000138	30000142	30023983	127/220	23.5/13.8
	1800	182T	1LF3 182-4YK	30002444	30000143	30000139	-	127/220	31.2/15.2
5	3600	184T	1LF3 184-2YK	30002441	30000140	30000144	30023985	220	21.0
	1800	184T	1LF3 184-4YK	30002446	30000145	30000141	-	220	25.3

Potencia C.P.	Polos	Capacitor de arranque				Capacitor permanente				Dispositivo electrónico de arranque	
		Bote tamaño	Mf	Volt	Ctl.	Bote tamaño	Mf	Volt	Ctl.	Tipo	Ctl.
3	2	7	590-708	140	30009792	5	60	250	30006238	4-7-41050-19-U01	30004766
	4	7	590-708	140	30009792	5	60	250	30006238	4-7-41050-19-U01	30004766
5	2	7	1000-1200	140	30009807	5	100	250	30004768	4-7-41080-15-N01	30004764
	4	7	1000-1200	140	30009807	5	100	250	30004768	4-7-41080-15-N01	30004764



Motor monofásico cerrado 1LF3

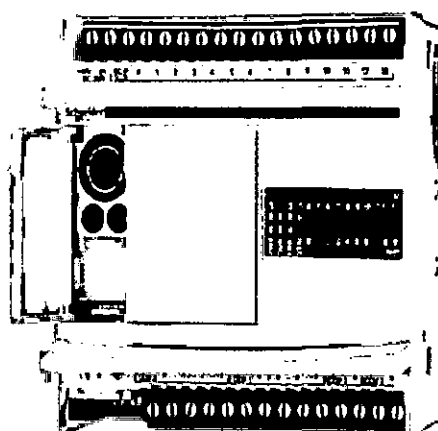
ANEXO N° 15: CARACTERÍSTICAS DEL PLC.

Ficha de producto

Características

TWDLCAA24DRF

CPU extendible Twido - alimentac 100-240 V
CA - 14 E 24 V CC - 10 S y relé



Principal

Rango de producto	Twido
Tipo de producto o componente	Controlador de base compacta
Número de E/S digitales	24
Número de entrada digital	14
Tensión de entrada digital	24 V
Tipo de voltaje entrada discreto	CC
Número de salida digital	10 relé
Nº mód. expansión de E/S	4
Tensión de alimentación	100...240 V AC
Uso de la ranura	Cartucho mem o cartucho de reloj tiempo real
Datos copiados	RAM interna litio 30 días 10 hrs 10 yr
Tipo de conexión integrada	Adaptador interfaz enlace serie RS232C/RS485 Alimentación Enlace serie sin aislar mini DIN modo Modbus/de carácter maestro/esclavo RTU/ASCII RS485 dúplex med. 38.4 kbit/s
Función complementaria	PID Procesamiento de evento

Complementario

Lógica de entrada digital	Recep. o fuent.
Límites de tensión de entrada	20.4...28.8 V
Corriente de entrada digital	7 mA I0.2 a I0.13 11 mA I0.0 a I0.1

Impedancia de entrada	2100 Ohm I0.0 a I0.1 3400 Ohm I0.2 a I0.13
Tiempo de filtro	35 μ s + tiempo de filtro programado para I0.0 a I0.5 en estado 1 40 μ s + tiempo de filtro programado para I0.6 a I0.8 en estado 1 45 μ s + tiempo de filtro programado para I0.0 a I0.5 en estado 0 150 μ s + tiempo de filtro programado para I0.6 a I0.8 en estado 0
Aislamiento entre canal y lógica interna	1500 Vrms para 1 minuto
Resistencia de aislamiento entre canal	Ninguno
Carga mínima	0,1 mA
Resistencia de los contactos	$\leq 30000 \mu$ Ohm
Corriente de carga	2 A 240 V AC resistivo 30 cyc/mn salidas relé 2 A 30 V CC resistivo 30 cyc/mn salidas relé 2 A 240 V AC inductivo 30 cyc/mn salidas relé 2 A 30 V CC inductivo 30 cyc/mn salidas relé
Endurancia mecánica	≥ 20000000 cycles salidas relé
Endurancia eléctrica	≥ 100000 cycles salidas relé
Consumo de corriente	5 mA 5 V CC en estado 0 36 mA 5 V CC en estado 1 55 mA 24 V CC en estado 1
Conexión de E/S	Bornero de tornillo no extraíble
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Límites tensión alimentación	85...264 V
Límites de Frecuencia asignada de empleo	47...63 Hz
Corriente de salida fuente de alimentación	0,25 A detector 24 V CC
Corriente de entrada de alimentación	450 mA
Corriente de entrada	≤ 40 A
Tipo de protección	Protección de alimentac. fusible interno
Consumo	33 VA 100 V 40 VA 264 V
Resistencia de aislamiento	> 10 MOhm a 500 V, entre suministro y terminales a tierra > 10 MOhm a 500 V, entre E/S y terminales a tierra
Memoria de programa	3000 instrucciones
Hora exacta para 1 Kinstruction	1 ms
Línea aérea del sistema	0,5 ms
Descripción de memoria	RAM interna 256 bits internos, no flotantes, no trigonométricos RAM interna 3000 palabras internas, no flotantes, no trigonométrico RAM interna 128 temporizadores, no flotantes, no trigonométrico RAM interna 128 contadores, no flotantes, no trigonométrico RAM interna palabras dobles, no flotantes, no trigonométrico

Reloj en tiempo real	Sin
Número de entrada de conteo	1 20000 Hz 32 bits 3 5000 Hz 16 bits
Puntos de ajuste analógicos	1 punto ajustable de 0 a 1.023 1 punto ajustable de 0 a 511
DESC	CE
LED de estado	1 LED verde PWR 1 LED verde RUN 1 LED rojo error de módulo (ERR) 1 LED luz piloto usuario (STAT) 1 LED por canal verde estado E/S
Peso del producto	0,305 kg

Entorno

Inmunidad a microcortes	10 ms
Resistencia dieléctrica	1500 V para 1 minuto, entre suministro y terminales a tierra 1500 V para 1 minuto, entre E/S y terminales a tierra
Certificados de producto	CSA UL
Temperatura ambiente de funcionamiento	0...55 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-25...70 °C
Humedad relativa	30...95 % sin condensación
Grado protección IP	IP20
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Altitud de almacenamiento	0...3000 m
Resistencia a las vibraciones	0.075 mm 10...57 Hz perfil DIN simétrico de 35 mm 1.6 mm 2...25 Hz placa o panel con juego de fijación 1 gn 57...150 Hz perfil DIN simétrico de 35 mm 4 gn 25...100 Hz placa o panel con juego de fijación
Resistencia a los choques	15 gn 11 ms
RoHS EUR conformidad de fecha	0630
RoHS EUR status	Adecuado

Garantía contractual

Period	18 meses
--------	----------

ANEXO N° 16: CARACTERÍSTICAS DE LA HMI

Terminales de diálogo operativos

Terminales gráficos con pantalla táctil Magelis XBT GT con pantalla de 3,8"

Características

Tipo de terminal		XBT_RT500	XBT_GT105	XBT_GT130	XBT_GT135	XBT_GT135S	
Entorno							
Conformidad con las normas		EN 61131-2, IEC 61000-6-2, FCC (Clase A), UL 508, UL 1604 (1), CSA C22-2 n°14					
Homologaciones		CE, cULus, CSA, Clase 1 Div 2 T4A o T5 (UL y CSA) (1), C-Tick, zona ATEX 2/22 (1)					
Temperatura	Para funcionamiento	0...50°C					
	Para almacenamiento	- 20...+ 60°C					
Humedad relativa		0...85% (sin condensación)		0...90% (sin condensación)			
Altitud		< 2.000 m					
Grado de protección	Panel frontal	IP 65 según IEC60529, Nema 4X (con montaje mediante 4 tornillos de estribo)					
	Panel posterior	IP 20 según IEC 60529					
Resistencia a los choques		Según IEC 60068-2-27; impulso semisinusoidal 11 ms, 15 g en los 3 ejes					
Vibraciones		Según IEC 60068-2-6; 5...9 Hz a 3,5 mm; 9...150 Hz a 1 g					
E.S.D.		Según IEC 61000-4-2, nivel 3					
Interferencias electromagnéticas		Según IEC 61000-4-3, 10 V/m					
Interferencias eléctricas		Según IEC 61000-4-4, nivel 3					
Características mecánicas							
Montaje y fijación	Montaje en panel de 1,6...5 mm de grosor		Montaje empotrado, fijado con 4 tornillos estribo (incluidos) o 2 abrazaderas resorte (deben pedirse por separado)				
Material	Cofre		Policarbonato / tereftalato de polietileno				
Teclas			6 teclas de función marcadas R1...R6		6 teclas de función marcadas R1...R6		
Características eléctricas							
Fuente de alimentación	Desequilibrio		± 24 V				
	Límites		± 19,2...28,8 V				
	Corte de tensión		≤ 2 ms				
Corriente de llamada		≤ 50 A	≤ 60 A	≤ 50 A	≤ 60 A		
Reactiva		7 W	13 W	7 W	13 W		
Características de funcionamiento							
Pantalla LCD	Tipo		STN monocroma retroiluminada			TFT a color	
	Color		ámbar o rojo con 8 niveles de gris			256 colores	
	Definición		320 x 240 pxeles (OVGA)				
	Tamaño (An x Al)		3,8" (76,7 x 57,5 mm)				
	Zona táctil		Película resistiva, 8 x 6 secciones		Analogico	Película resistiva, 8 x 6 secciones	
	Retroiluminación (vida útil)		50.000 horas usada en ámbar, 10.000 usada en rojo				40.000 horas
	Ajustes	Brillo	2 niveles desde panel táctil		16 niveles	2 niveles	16 niveles
			Contraste		8 niveles desde el panel táctil		
	Fuentes de caracteres		ASCII, japonés (ANK, Kanji), chino (chino simplificado), taiwanés (chino tradicional), coreano				
	Aplicación de diálogo	Número max. de páginas		Limitado por la capacidad de memoria Flash EPROM interna			
Señalización		1 LED: verde para funcionamiento normal					
Sistema operativo/Procesador		Magelis CPU RISC	100 MHz	200 MHz	100 MHz	200 MHz	

Tipo de terminal			XBT RT500	XBT GT1105	XBT GT1130	XBT GT1135	XBT GT1335	
Sistema operativo/Procesador			Magelis CPU RISC		100 MHz	200 MHz	100 MHz	200 MHz
Memoria	Aplicación	Flash EPROM	8 Mb	32 Mb	8 Mb	32 Mb		
	Copia de seguridad de los datos		512 Kb SRAM (baterías de litio)					
Protocolos Schneider Electric	Telemecanique	Modicon	Modbus, Uni-TE			Modbus, Uni-TE y Modbus TCP		
	Mitsubishi	Melsec	A Link (SIO)					
Protocolos de otras marcas			-			AVO Ethernet (TCP), O Ethernet (UDP)		
	Omron	Sysmac	FINS (SIO), LINK (SIO)					
			-			FINS (Ethernet)		
	Rockwell Automatismos	Allen-Bradley	DF1-Full Duplex, DH 485					
			-			Ethernet IP (PLC5, SLC500, MicroLogix, ControlLogix), Ethernet IP (nativo)		
	Siemens	Simatic	MPI (S7-300/400), RK512/3964R (S7-300/400), PPI (S7-200)					
			-			Ethernet		
Reloj calendario			Reloj calendario integrado					
Conexiones	Fuente de alimentación		Bornero con tornillos extraíble: 3 terminales (inclinado a 5,08 mm), par de apriete 0,5 Nm					
	Puerto serie COM1 (115,2 kbps máx.)		Conector RJ45 (enlace serie RS 232C/RS 485), compatible con Siemens MPI (187,5 kbps)					
	Red Ethernet TCP/IP 10/100Base-TX		-			Conector RJ45 (3)		
Puerto mini-DIN	Descarga de aplicaciones		Si	-	Si	-		
	Puerto USB (V1.1) para descargar aplicaciones y realizar la conexión periférica y la comunicación del puerto terminal Modicon M340		-	Tipo A maestro	-	Tipo A maestro		

(1) Disponible el 1er trimestre de 2008 para XBT GT1105.

(2) 10Base-T únicamente en XBTGT1130.

ANEXO N° 17: PRUEBA DE PLANCHADO DE SOMBREROS.

PRUEBA DE PLANCHADO DE SOMBREROS					
Las siguientes pruebas de planchado de sombreros permitieron establecer los rangos de presión, temperatura y tiempo idóneos para obtener un buen planchado. La presencia de las artesanas fue determinante pues ellas con su experiencia observaron y calificaron la calidad del planchado. Las pruebas fueron realizadas con una máquina hidráulica con accionamiento mecánico, y el molde calentado con un quemador de gas. Se realizaron un total de 30 muestras.					
La calificación fue del 1 al 5 siendo el siguiente criterio: Excelente = 5, Bueno = 4, Regular = 3, Malo= 2 y Muy malo = 1					
Muestra	Parámetro				
	Presión en ala	Presión en copa	Temperatura	Tiempo de planchado	Resultado
1	9	23	95	30	1
2	11	23	95	45	1
3	13	24	95	45	1
4	13	24	95	50	1
5	15	25	100	50	2
6	15	25	100	55	2
7	15	26	105	55	2
8	15	26	110	55	3
9	17	27	110	55	3
10	17	27	110	60	3
11	15	27	115	60	4
12	15	27	115	65	4
13	17	27	115	70	4
14	17	27	115	80	4
15	18	27	110	70	4
16	18	27	110	80	4
17	18	27	115	80	4
18	18	28	110	70	4
19	18	28	110	75	4
20	18	28	110	80	5
21	18	28	115	80	5
22	18	28	115	85	5
23	20	28	105	70	4
24	20	28	105	75	4
25	20	28	110	80	5

26	20	28	110	80	5
27	20	28	110	85	5
28	20	28	115	90	2
29	20	29	110	80	5
30	20	29	115	90	2

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran que, si la temperatura es menor de 100° C y una presión de 25 psi los sombreros obtuvieron una calificación de malo y muy malo.

Para una presión comprendida entre 26 -28 psi, y una temperatura de 100 – 110 °C el planchado mejoró, obteniendo la calificación de bueno y muy bueno.

Para una presión comprendida entre 28 y 29 psi y la temperatura a 110 ° C los sombreros obtuvieron una calificación de excelente.

El tiempo ideal de planchado fue comprendido entre 75 y 85 segundos. Cuando la temperatura supera los 110 °C y el tiempo es mayor que 90 °C, los sombreros presentaron partes oscuras dando muestras de quemado.

CONCLUSIÓN.

Se determinó el rango de valores de las variables para obtener un buen planchado, estos valores están comprendido entre:

- Presión en ala: 15 -20 psi
- Presión en copa: 25 -30 psi
- Temperatura: 105 °C -110°C
- Tiempo: 70 – 90 s.